UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

# COMPARACIÓN PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN CONEJAS UTILIZANDO DOS NIVELES DE SUSTITUCIÓN DE ALIMENTO CONVENCIONAL POR FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (50% Y 25%)

TESIS QUE PRESENTAN

**FLORENCIA RAMÍREZ MORALES**

PARA OBTENER EL TITULO DE

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Asesores:

M.C. Antonio García Valladares
M.C. Ángel Raúl Cruz Hernández

**Morelia, Michoacán. Diciembre del 2011**

# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

## COMPARACIÓN PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN CONEJAS UTILIZANDO DOS NIVELES DE SUSTITUCIÓN DE ALIMENTO CONVENCIONAL POR FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (50% Y 25%)

TESIS QUE PRESENTAN:

**PMVZ. FLORENCIA RAMÍREZ MORALES**
**PMVZ. FRANCISCO JAVIER CORTÉS VENEGAS**

PARA OBTENER EL TITULO DE

## MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Mich. Diciembre 2011

**U.M.S.N.H.**
**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**
**PROGRAMA ACREDITADO**

www.vetzoo.umich.mx

***Aprobación de Impresión del Trabajo***

Morelia, Michoacán, a 26 de Octubre de 2011

**C. MC. ORLANDO ARTURO VALLEJO FIGUEROA**
Director de la FMVZ-UMSNH
**P R E S E N T E .**

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesis titulada: **"COMPARACIÓN PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA EN CONEJAS UTILIZANDO DOS NIVELES DE SUSTITUCIÓN DE ALIMENTO CONVENCIONAL POR FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (50% Y 25%)"**, de los **P. MVZ. FRANCISCO JAVIER CORTÉS VENEGAS y FLORENCIA RAMÍREZ MORALES**, dirigida por el asesor **MC. ÁNGEL RAÚL CRUZ HERNÁNDEZ**, fue ***revisada y aprobada*** por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

**A T E N T A M E N T E**

**MC. JORGE ARTURO ARANA SANDOVAL**
**PRESIDENTE**

**MVZ. SAÚL IGNACIO CARRANZA GERMÁN**
**VOCAL**

**MC. ÁNGEL RAÚL CRUZ HERNÁNDEZ**
**VOCAL (ASESOR)**

**UNIDAD ACUEDUCTO**
Av. Acueducto y Tzintzuntzan
Col. Matamoros C.P. 58130
Morelia, Michoacán
Teléfono y FAX: (01443) 314 1463
C.E. direccion@urantia.vetzoo.umich.mx
subdireccion@urantia.vetzoo.umich.mx

**UNIDAD POSTA**
Carretera Morelia-Zinapecuaro Km. 9.5
Teléfono: (01443) 312 5236 FAX: 312 4176
Municipio de Tarímbaro, Michoacán
C.E. secretario.academico@urantia.vetzoo.umich.mx
secretario.administrativo@urantia.vetzoo.umich.mx
secretario.tecnico@urantia.vetzoo.umich.mx

# Agradecimientos

A **Dios** por darme en don de la vida, por ayudarme a afrontar las dificultades que se me han presentado en el transcurso de mi formación profesional y por haber puesto en mi camino a todas y cada una de las personas que hoy forman parte de mi vida.

A **mis padres** por el esfuerzo que realizaron para apoyarme durante todo este trayecto, el camino no fue fácil pero siempre estuvieron ahí, depositando en mi toda su confianza, gracias.

A **mi esposo Francisco Javier Cortés Venegas** por el apoyo, la paciencia y sobre todo la comprensión que me ha brindado todos estos años; por haberse convertido en mi motor junto con **mi pequeña Itzi Daniela** , que me han traído mucho dicha y felicidad.

Al **Mvz Eliseo Pimentel Peña** por el gran apoyo que me ha brindado durante este tiempo, por la confianza que ha depositado en mí y, sobre todo por todos sus conejos y enseñanzas que han hecho de mi una mejor persona en diferentes aspectos de mi vida.

Al **MC. Antonio García Valladares** por la paciencia, la dedicación, los consejos y el apoyo brindado en la realización de este proyecto que concluyó con éxito, junto con la ayuda y apoyo del **M.C Ángel Raúl Hernández Cruz** por tomarme en cuenta en sus planes para realizar este trabajo, por haberme dejado una gran enseñanza durante mi estancia en la facultad como su alumna.

A todos y cada uno de **mis amigos** de quienes he recibido el apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida y quienes depositaron su confianza en mí para la culminación de una meta mas.

**A todos ustedes dedico este trabajo con mucho cariño.**

# CURRICULUM ACADÉMICO

El autor de este trabajo: Francisco Javier Cortés Venegas, nació el 18 de marzo de 1984, en el Municipio de Morelia, Michoacán, México.

## FORMACIÓN ACADÉMICA

| | |
|---|---|
| 1990 – 1996 | Escuela Primaria Federal “Héroe de Nacozari”, en Morelia, Michoacán. |
| 1996 – 1999 | Escuela Secundaria Federal No. 9 “Ignacio Manuel Altamirano”, en Morelia, Michoacán. |
| 1999 – 2004 | Escuela Preparatoria No. 2 “Ing. Pascual Ortiz Rubio”, dependiente de la UMSNH en Morelia, Michoacán. |
| 2004 – 2009 | Licenciatura en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH en Morelia, Michoacán. |

## CURSOS DE ACTUALIZACIÓN

Curso: “Inseminación Artificial en Bovinos”, 28 de Enero al 1 Febrero 2008, Ajuchitlan, Colon. Querétaro.

Taller: “Reconocimiento de las Principales Enfermedades Exóticas y Emergentes de los Animales: su Vigilancia, Prevención, Control y Erradicación”. Del 30 de junio al 3 de julio de 2009. Morelia, Michoacán.

## PARTICIPACIÓN EN DIFERENTES EVENTOS

Asistencia al III Foro Nacional de Cunicultura, con duración de 20 horas. Morelia, Michoacán. Del 17 al 19 de abril de 2008.

Asistencia a la Campaña Nacional Antirrábica, Morelia, Michoacán. Del 24 al 30 de Septiembre 2006.

Asistencia al II Congreso de Buiatria. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A. C. 28 y 29 de Noviembre 2008, Morelia, Michoacán.

Asistencia al III Congreso de Buiatria. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A. C. 10 y 11 de Junio 2010, Tarímbaro, Michoacán

Asistencia al Curso “Integración de Equipos”, DIF Municipal de Morelia, Michoacán.

# Agradecimientos

**A Dios**, por acompañarme todos los días.

**Flor Ramírez M.**, gracias por tu infinita paciencia, por tu tierna compañía y tu inagotable apoyo, gracias por la hermosa bebe y por permitir compartir vida y logros juntos como es este.

**Itzi Daniela C.**, gracias por darme esos momentos tan lindos, llenos de risas, juegos y ternura.

**Gloria Venegas M.**, gracias por darme la vida, por tu infinito apoyo en todo momento.

**Javier Cortés V.**, gracias por darme la vida, tu apoyo y tus enseñanzas.

**Haydeé N. Cortés V.**, muchas gracias por todo.

**Wendy Aguilar y Michel Patiño**, gracias y échenle muchas ganas a la escuela.

**A todos mis tios y primos**, me han enseñado el valor de la familia, gracias por ser amigos, cómplices y hermanos.

**Amigos y familiares**, gracias por estar conmigo, por su confianza y cariño.

Al **MVZ Antonio Valladares** y **MC Ángel Raúl Cruz** por el apoyo para la realización del presente trabajo.

Al **MVZ Claudia Lázaro M.**, **MVZ Francisco Javier Carrillo**, **MVZ Carlos Vargas G.**, **MVZ Nicolás Juárez A.**, **MVZ Tomas Martínez C.**, **MVZ Luis Zamora**, **ING. Jorge Calderón C.**, **ING Ramón Cano V.**, **LIC Rodrigo Maldonado**, **L.E. Shely Cortés M.**, **Gris**, † **Abel Tapia**, **Laurita**, **Ester**, **Elia**, **Chavo**, **Martín**, **Ángel**, **Urbano** y a todo el personal que labora en la Dirección de Desarrollo Rural del H. Ayuntamiento de Morelia, gracias por darme la oportunidad de aprender de ustedes y tener mi primer experiencia laboral dentro de lo que me gusta.

A todas las personas que participaron e hicieron que formara lo que ahora soy, muchas gracias por su apoyo y enseñanza.

# RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo con la finalidad de evaluar la sustitución del alimento comercial por Forraje Verde Hidropónico (FVH) en conejas reproductoras del sector cunícola. Se utilizaron 72 conejas reproductoras al azar divididas en tres tratamientos: A= Alimento comercial, B= 25% FVH y 75% alimento comercial y C= 50% FVH y 50% alimento comercial. El FVH fue producido con semilla de trigo en un invernadero tipo rustico de 2.5x3 metros en charolas de plástico (37x60cm) cubiertas con costal y un plástico negro. El desarrollo del FVH dura 10 días desde la siembra hasta el día de la cosecha. Se ofreció a las conejas cantidades acordes a la etapa reproductiva en la que se encuentran y de acuerdo al tratamiento. No hubo diferencias en cambio de peso al parto ($P>0.05$), sin embargo al destete las conejas del tratamiento B obtuvieron un mayor peso ($P<0.005$). En el número total de gazapos nacidos no se encontraron diferencias ($P>0.05$), sin embargo los tratamientos B y C obtuvieron el mayor número de gazapos nacidos y nacidos vivos. En relación a los gazapos nacidos muertos si hay diferencia significativa ($P<0.05$) habiendo un mayor número de gazapos muertos en el tratamiento B en comparación con el A y C. En el número de gazapos destetados y en el peso al destete no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$), aunque el peso al destete fue ligeramente superior en los tratamientos que recibieron FVH. Los costos de alimentación disminuyen considerablemente al implementar FVH en un nivel del 25%; por lo tanto se concluye en este trabajo que la utilización de FVH es una buena alternativa en la alimentación de conejos.

# INDICE

I. INTRODUCCIÓN ..... 1
II. MARCO TEÓRICO ..... 2
2.1 HIDROPONÍA ..... 2
2.1.1 Antecedentes históricos de la hidroponía ..... 2
2.1.2 Definición del concepto hidroponía ..... 4
2.2 FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO ..... 5
2.2.1 Antecedentes históricos ..... 5
2.2.2 Definición y generalidades de forraje verde hidropónico (FVH) ..... 5
2.2.3 Método de producción del forraje verde hidropónico ..... 6
2.2.3.1 Selección de Semilla ..... 8
2.2.3.2 Lavado de semilla ..... 8
2.2.3.3 Remojo y germinación de la semilla ..... 9
2.2.3.4 Dosis de siembra ..... 9
2.2.3.5 Siembra en las bandejas e Inicio de los riegos ..... 10
2.2.4 Factores que influyen en la producción del FVH ..... 10
2.2.4.1 Calidad de la semilla ..... 10
2.2.4.2 Iluminación ..... 11
2.2.4.3 Temperatura ..... 12
2.2.4.4 Humedad ..... 13
2.2.4.5 Calidad del agua de riego ..... 13
*2.2.4.6* pH ..... 14
2.2.5 Ventajas del forraje hidropónico ..... 14
2.2.6 Rendimiento del FVH ..... 15
2.3 GENERALIDADES DEL TRIGO ..... 15
2.3.1 Definición ..... 15
2.3.2 Características ..... 15
2.3.2.1 Valor nutricional ..... 15
2.3.3 Germen (embrión) ..... 17
2.3.4 Proceso de germinación ..... 17
2.4 ALIMENTACIÒN ..... 19
2.4.1 Necesidades nutritivas básicas de los conejos ..... 19
2.4.1.1 Agua ..... 20

2.4.1.2 Hidratos de carbono....20
2. 4.1.3 Fibra....21
2.4.1.4 Proteínas....21
2. 4.1. 5 Grasas....22
2. 4.1.6 Minerales....23
2. 4.1.7 Vitaminas....23
2.4.2 Necesidades nutricionales de hembras reproductoras....24
2.4.2.1 Grasa....25
2.4.2.2 Proteína y aminoácidos esenciales....26
2.4.2.3 Nivel y tipo de fibra....26
2.4.3 Raciones para conejos....27
2.5 REPRODUCCION EN CONEJAS....27
2.5.1 Generalidades reproductivas....27
2.5.1.1 Ovulación....28
2.5.1.2 Ciclo estral....29
2.5.1.3 Gestación y Parto....30
2.5.1.4 Lactación....32
2.5.2 Técnicas para el mejor rendimiento reproductivo....33
2.5.3 Características yparámetros reproductivos en conejas....35
2.5.4Problemas reproductivos relacionados con el manejo....36
2.5.5 Problemas durante la gestación y postparto....37
III. OBJETIVOS....39
IV. MATERIAL Y MÉTODOS....40
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN....44
VI. CONCLUSIONES....53
VII. BIBLIOGRAFÍA....54

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Lago de Texcoco en la época prehispánica……3
Imagen 2 Tribu Azteca a orillas del lago de Tenochtitlán……3
Imagen 3 Grano de trigo……15
Imagen 4 Fases de la germinación……18
Imagen 5 Tarjetas de identificación……42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Porcentaje de nutrientes del grano de trigo en 100 g. ..... 16
Tabla No. 2 Porcentaje de aminoácidos constituyentes del germen de trigo en 100 g. 16
Tabla No. 3 Agrupación de las vitaminas según su solubilidad en agua o grasas. ..... 24
Tabla No. 4 Raciones de alimento balanceado recomendadas para los conejos ..... 27
Tabla No. 5 Relación tamaño de la camada-peso mínimo recomendable ..... 35
Tabla No. 6 Principales parámetros productivos, la forma de calcularlos y su valor-rango, técnicamente aceptable ..... 36
Tabla No. 7 Componentes del alimento comercial según examen bromatológico. ..... 41
Tabla No. 8 Raciones de cada tratamiento por etapa reproductiva..... 41
Tabla No. 9 Comparativo de componentes del alimento comercial y FVH según examen bromatológico. ..... 45
Tabla No. 10 Cambios de peso (kg) en las conejas en las diferentes etapas reproductivas..... 48
Tabla No. 11 Cambio de peso (g) en las conejas en el periodo parto - destete. ..... 49
Tabla No. 12 Comportamiento de los gazapos en diferentes etapas ..... 50
Tabla No. 13 Consumo promedio de alimento en base 88 de materia seca por etapa reproductiva ..... 50
Tabla No. 14 Costo promedio de alimentación/ día/etapa reproductiva en los diferentes tratamientos. ..... 52
Tabla No. 15 Costo total por ciclo reproductivo de 72 conejas ..... 52

# I. INTRODUCCIÓN

El hombre en la actualidad se ha visto en la necesidad de desarrollar proyectos agropecuarios con los cuales puede llegar a producir su propio alimento para abastecer necesidades alimenticias tanto para sí mismo como para la sociedad que día con día aumentan. Aunque en los últimos años la demanda de los productos de origen animal como los del conejo ha aumentado debido a sus propiedades, mas sin embargo el hombre (productor) ha encontrado obstáculos para desarrollar una explotación y no solo hablando de una explotación cunícula sino de cualquier especie con fines zootécnicos que tengan que ver directamente con la producción de alimento de origen animal. Estos obstáculos son:

1. Altos costos de alimentación (alimento balanceado)
2. La falta de tierra y su aridez
3. Agotamiento de los recursos hídricos

Teniendo en cuenta que el 70% o más de la producción cunícola está representado por la alimentación, es conveniente pensar en sustituir parte del alimento balanceado comercial por forrajes de fácil producción y adaptación que permitan disminuir los costos de alimentación. Se hace necesario implementar nuevas dietas que resulten más económicas para pequeños y grandes productores que suplementan la alimentación con alimento balanceado y lo más importante, que satisfaga los requerimientos nutricionales de la especie.

Otro inconveniente que enfrentan la mayoría de los pequeños productores es que al hablar de producir alimentos “económicos”, no se cuenta con la suficiente superficie como para poder sembrar su propio alimento, aunado a esto que la aridez de las tierras es un problema en la actualidad junto con el agotamiento de recursos hídricos que nos permitan producir alimento (forraje) todo el año; sin embargo aunque así fuera, otro obstáculo al que se enfrenta el productor es a los cambios de temperatura, dependiendo de la zona geográfica en la que se encuentre.

# II. MARCO TEÓRICO

## 2.1 HIDROPONÍA

### 2.1.1 Antecedentes históricos de la hidroponía

Según la United States Department of Agriculture (USDA, 2010) señala que el proceso hidropónico que causa el crecimiento de plantas en nuestros océanos data aproximadamente desde el tiempo que la tierra fue creada. El cultivo hidropónico es anterior al cultivo en tierra pero, como herramienta de cultivo, muchos creen que empezó en la antigua Babilonia, en los famosos jardines colgantes que se listan como una de las siete maravillas del mundo antiguo, en lo que probablemente fuera uno de los primeros intentos exitosos de cultivar plantas hidropónicamente.

La hidroponía no es una técnica moderna, sino una técnica ancestral; en la antigüedad hubo culturas y civilizaciones que la usaron como medio de subsistencia. Por ejemplo, es poco conocido que los aztecas construyeron una ciudad en el lago de Texcoco (la ciudad de México se encuentra ubicada sobre un lago que se está hundiendo), y cultivaban su maíz en barcos o barcazas con un entramado de pajas, y de ahí se abastecían. Hay muchos ejemplos como este; los Jardines Colgantes de Babilonia eran hidropónicos porque se alimentaban de agua que fluía por unos canales. Esta técnica existía en la antigua China, India, Egipto, también la cultura Maya la utilizaba, y hoy en día tenemos como referencia a una tribu asentada en el lago Titicaca; es igualmente utilizada comercialmente, desarrollándose a niveles muy elevados, en países con limitaciones serias de suelo y agua. Por ejemplo, es un hecho poco difundido que la hidroponía tuvo un gran auge en la Segunda Guerra Mundial: los ejércitos norteamericanos en el Pacífico se abastecían en forma hidropónica. En la isla de Hawái, en Iwo Jima; incluso cuando Estados Unidos ocupó Japón, se hicieron grandes botes hidropónicos para abastecer a sus soldados. De allí nació la hidroponía, en Japón: vino con la segunda guerra mundial, y los japoneses, por falta de espacio y de agua, desarrollaron la tecnología norteamericana a niveles asombrosos. La NASA la ha

utilizado desde hace aproximadamente 30 años para alimentar a los astronautas. Hoy en día las naves espaciales viajan seis meses o un año. Los tripulantes durante ese tiempo comen productos vegetales cultivados en el espacio. La NASA ha producido con esta tecnología (**C**ontrolled **E**cological **L**ife **S**upport **S**ystem) desde hace mucho tiempo, desarrollándola incluso para la base proyectada en Marte (USDA, 2010).

Los aztecas de Centroamérica, una tribu nómada forzada a ubicarse hacia la orilla pantanosa del lago Tenochtitlán, localizado en el gran valle central de lo que es ahora México, y tratados bruscamente por sus vecinos más poderosos que les negaron cualquier tierra cultivable, sobrevivieron desarrollando notables cualidades de invención. Como consecuencia de la falta de tierra, decidieron hacerlo con los materiales que tenían a mano; en lo que debe haber sido un largo proceso de ensayo y error, ellos aprendieron a construir balsas de caña, dragaban la tierra del fondo poco profundo del lago y la amontonaban en las balsas. Debido a que la tierra venía del fondo del lago, era rica en una variedad de restos orgánicos y material descompuesto que aportaba grandes cantidades de nutrientes. Estas balsas, llamadas chinampas, permitían cosechas abundantes de verduras, flores e incluso árboles eran plantados en ellas. Las raíces de estas plantas presionaban hacia abajo y traspasaban el suelo de la balsa hasta el agua. En oportunidades se unían algunas de estas balsas que nunca se hundieron para formar islas flotantes de hasta sesenta metros de largo.

**Imagen 1 Lago de Texcoco en la época prehispánica**

Al llegar al nuevo mundo en busca de oro, la vista de estas islas asombró a los españoles, el espectáculo de un bosquecillo entero de árboles aparentemente suspendidos en el agua debe haberlos dejado perplejos, incluso asustados en esos días del siglo XVI de la

**Imagen 2 Tribu Azteca a orillas del lago de Tenochtitlán**

conquista española.

William Prescott, el historiador que escribió crónicas de la destrucción del imperio azteca por los españoles, describió las chinampas como “asombrosas islas de verduras, que se mueven como las balsas sobre el agua”. El arroz ha sido cultivado de esta manera desde tiempos inmemoriales. Los jardines flotantes de China son otro ejemplo de "cultivo hidropónico". Archivos jeroglíficos egipcios antiguos de varios cientos años A.C. describen el crecimiento de plantas en agua a lo largo del Nilo. A final de la década de 1920 e inicio de los años treinta el Dr. William F. Gericke de la Universidad de California extendió sus experimentos de laboratorio y trabajos en nutrición de plantas a cosechas prácticas en aplicaciones comerciales a gran escala. A estos sistemas de nutricultura los llamó “hidroponía” Su trabajo es considerado la base para todas las formas de cultivo hidropónico, aunque se limitó principalmente a la cultura de agua sin el uso de medio de arraigado (USDA, 2010).

### 2.1.2 Definición del concepto hidroponía

Etimológicamente la palabra Hidroponía deriva del griego *Hydro* (agua) y *Ponos* (labor o trabajo) lo cual significa literalmente “trabajo en agua”; es decir, es una ciencia que estudia los cultivos sin tierra.

En términos más amplios hidroponía se define ahora como la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con uso de un medio inerte, como arena gruesa o aserrín al que se agrega una solución nutriente que contiene todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento normal y desarrollo. Puesto que muchos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio que contiene material orgánico como turba o aserrín, son a menudo llamados "cultivos sin suelo", mientras que aquellos con la cultura del agua serían los verdaderamente hidropónicos (USDA, 2010).

## 2.2 FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

### 2.2.1 Antecedentes históricos

En el caso de la producción de forraje, en los siglos XVII y XIX, en Francia y Alemania, ganaderos encontraron algunas formas para cultivar pastos en suficiente cantidad para animales estabulados. Sin embargo, la tecnología no había avanzado mucho y los estudios presentaban un sinfín de dificultades, las cuales giraban alrededor del control de temperatura y humedad, forma de cultivo y carencia de los principios básicos de nutrición animal(PRODUCE, 2005).

### 2.2.2 Definición y generalidades de forraje verde hidropónico (FVH)

El forraje verde hidropónico es un pienso (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, para cualquier animal, de alta palatabilidad y excelente valor nutritivo ya sea para producción de carne o de leche o reproducción.

Se produce bajo la técnica del cultivo sin suelo en invernadero, que permite el control del gasto de agua y de todos los elementos del microclima para poder producirlo aún en condiciones adversas de clima. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2001) puede sustituir por completo o en gran parte el alimento procesado para animales.

El forraje verde hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y 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 forraje verde hidropónico es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, entre otros) para cultivo forrajero convencional.

Dentro del contexto anterior, el FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas en ordeña, caballos de carrera, conejos, pollos, gallinas ponedoras y patos entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde. En innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficits alimentarios o faltas de forraje, henos, ensilajes o granos para alimentación animal (FAO. 2001).

El sistema de producción del forraje verde hidropónico, presenta grandes alternativas para la producción animal, debido al gran rendimiento y bajo costo que representa su producción tanto de materia verde como seca, así como los kilogramos de proteína producidos en pequeñas áreas y sin necesidad de suelo, maquinaria agrícola y grandes cantidades de agua (Cabarllido, 2002).

El FVH se ofrece tierno a los animales, es un germinado muy rico en vitaminas, especialmente la A y E, tiene grandes cantidades de carotenoides, cuyo contenido puede variar de 250 a 350 mg por kg de materia seca (MS), posee una elevada cantidad de hierro, calcio y fósforo, alta digestibilidad, puesto que la presencia de lignina y celulosa es escasa, además es muy apetecible (Rodríguez *et al*., 2003), su aspecto, sabor, color y textura le confieren una elevada palatabilidad a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos.

### 2.2.3 Método de producción del forraje verde hidropónico

Esencialmente se utilizan granos de: cebada, avena, maíz, trigo y sorgo. La elección del grano a utilizar depende de la disponibilidad local y/o del precio a que se logren adquirir. La producción de FVH utilizando semillas de alfalfa no es tan eficiente como con los granos de gramíneas debido a que su manejo es muy delicado y los volúmenes de producción obtenidos son similares a la producción convencional de forraje.

Debido a que la producción de FVH es relativamente nueva, existen problemas sobre la precisión de la técnica, de tal manera que esa técnica sea eficiente en la producción y evite la presencia de hongos, lo que finalmente puede afectar negativamente la producción.

Tarrillo, sf. (citado por Romero *et al.,* 2009) menciona que el FVH se emplea menor cantidad de agua para su producción; presenta menos problemas de plagas y enfermedades; produce forraje diariamente durante todo el año y se puede programar su producción con base en la demanda; no requiere de grandes superficies de tierras, ni períodos largos de producción, tampoco alguna forma de conservación y almacenamiento; está protegido de las lluvias, de las bajas temperaturas y de la exposición directa de los rayos del sol; es consumible en su totalidad, con raíces, tallos, hojas y restos de semillas, es además una opción en lugares con poca disponibilidad de agua, tierras no aptas para el cultivo o en climas extremosos (Rodríguez *et al*., 2003).

Los métodos de producción de FVH cubren un amplio espectro de posibilidades y oportunidades. Existen casos muy simples en que la producción se realiza en franjas de semillas pre-germinadas colocadas directamente sobre plásticos de 1 m de ancho colocadas en el piso y cubiertas, dependiendo de las condiciones del clima, con túneles de plástico; invernaderos en los cuales se han establecido bandejas en pisos múltiples obteniéndose varios pisos de plantación por metro cuadrado; galpones agrícolas (por ejemplo: criaderos de pollos abandonados); hasta métodos sofisticados conocido como: “fábricas de forraje” donde, en estructuras cerradas, totalmente automatizadas y climatizadas, el FVH se produce a partir del trabajo de un operario que sólo se remite a sembrar y cosechar mientras que todos los demás procesos y controles son realizados en forma automática (FAO, 2001).

El ciclo de producción del FVH se ubica entre seis y nueve días, dependiendo del tipo de semilla que se emplee, la conversión de semilla a pasto es de un kg de semilla por aproximadamente siete kg de forraje y su valor nutritivo es tal que un kg de FVH

reemplaza entre (3,1 y 3,4) kg de alfalfa verde (Valdivia, 1996, citado por Romero *et al.,* 2009).

El cultivo puede estar instalado en bandejas de plástico provenientes del corte longitudinal de envases descartables; estantes viejos de muebles a los cuales se les forra con plástico; bandejas de fibra de vidrio , de madera pintada o forrada de plástico las cuales a veces son hechas especialmente para esto; en cajones de desecho provenientes de barcos y/o plantas procesadoras de pescado, a los que se les reduce la altura por ser demasiado altos, o en los más sofisticados sistemas automatizados por computadora que se conocen en el presente .Sin embargo, en cualquiera de las circunstancias anteriores, el proceso a seguir para una buena producción de FVH, debe considerar los siguientes elementos y etapas:

### 2.2.3.1 Selección de Semilla

En términos óptimos se deberá usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento. Sin embargo, por una razón de eficiencia y costos, el productor puede igualmente producir FVH con simillа de menor calidad pero manteniendo un porcentaje de germinación adecuado. Si los costos son adecuados, se deben utilizar las semillas de los cultivos de grano que se producen a nivel local. Es conveniente también que las semillas elegidas para producción de forraje, se encuentren libres de piedras, paja, tierra, semillas partidas (que son fuente de contaminación), semillas de otras plantas y que no hayan sido tratadas con agentes preemergentes o algún tipo pesticida tóxico (FAO, 2001).

### 2.2.3.2 Lavado de semilla

Las semillas deben lavarse y desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (“solución de lejía”, preparada diluyendo 10 ml de hipoclorito de sodio por cada litro de agua). El lavado tiene como finalidad eliminar hongos y bacterias contaminantes,

liberarlas de residuos y dejarlas limpias. El desinfectado con el hipoclorito elimina prácticamente los ataques de microorganismos patógenos al cultivo de forraje verde hidropónico. El tiempo que se deja la semilla en la solución de hipoclorito o “lejía”, no debe ser menor a 30 segundos ni exceder de los tres minutos. El dejar las semillas mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad de las mismas causando importantes pérdidas de tiempo y dinero. Finalizado el lavado se procede a un enjuague riguroso de semilla con agua limpia.

### 2.2.3.3 Remojo y germinación de la semilla

Esta etapa consiste sumergir las semillas dentro en un recipiente con agua limpia por un período no mayor a las 24 horas. Trabajos anteriores por Hidalgo (1985, citados por la FAO, 2001) establecen que terminado el proceso de absorción de agua, aumenta rápidamente la intensidad respiratoria y con ello las necesidades de oxígeno. Este fenómeno bioquímico es lo explica por qué se acelera el crecimiento de la semilla cuando se deja en remojo por un periodo no superior a las 24 horas. Varias experiencias han demostrado que períodos de absorción más prolongados no resultan efectivos en cuanto al aumento de la producción final de FVH. La etapa de remojo o pre germinación debe ser realizada con las semillas colocadas dentro de bolsas de arpilla, las cuales se sumerge en recipientes de material plástico evitándose usar recipientes metálicos dado que pueden liberar residuos u óxidos que son tóxicos para las semillas en germinación. Es importante utilizar suficiente cantidad de agua para cubrir completamente las semillas y a razón de un mínimo de 0,8 a 1 litro de agua por cada kilogramo de semilla.

### 2.2.3.4 Dosis de siembra

Las dosis óptimas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilan entre2,2 kilos a 3,4 kilos considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1,5 cm de altura en la bandeja.

### 2.2.3.5 Siembra en las bandejas e Inicio de los riegos

La siembra definitiva de las semillas en las bandejas de producción. Para ello se distribuirá una delgada capa de semillas pre-germinadas, la cual no deberá sobrepasar los 1,5 cm de altura o espesor (FAO, 2001).

El sistema de riego es fundamental, pues es necesario que la semilla pregerminada cuente con suficiente agua de riego hasta su cosecha. El riego puede ser manual o automático, pero siempre deberá ser en la parte superior con el propósito que el agua vaya recorriendo cada charola hasta la parte inferior, permitiendo la oxigenación para finalmente depositarse en el tanque de retorno para su reciclado (Romero *et al.,* 2009).

### 2.2.4 Factores que influyen en la producción del FVH

A continuación se mencionan las variables que por su significativa importancia, condicionan en la mayoría de las veces, el éxito o fracaso de un emprendimiento hidropónico.

### 2.2.4.1 Calidad de la semilla

El éxito del FVH comienza con la elección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. Si bien todo depende del precio y de la disponibilidad, la calidad no debe ser descuidada. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75% para evitar pérdidas en los rendimientos de FVH. El usar semillas más baratas, o cultivos desconocidos, puede constituir una falsa economía**.** Se deben utilizar semillas de alto porcentaje de germinación (FAO, 2001).

En términos ideales, se debería usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento. Es muy conveniente también que las semillas elegidas para nuestra producción de forraje, se encuentren libres de piedras, paja, tierra, semillas partidas las

que son luego fuente de contaminación, semillas de otras plantas y fundamentalmente saber que no hayan sido tratadas algún otro pesticida tóxico (Santander, 2011).

### 2.2.4.2 Iluminación

Si no existiera luz dentro de los recintos para FVH, la función fotosintética no podría ser cumplida por las células verdes de las hojas y por lo tanto no existiría producción de biomasa. La radiación solar es por lo tanto básica para el crecimiento vegetal, a la vez que promotora de la síntesis de compuestos (por ejemplo: Vitaminas), los cuales serán de vital importancia para la alimentación animal.

Al iniciar el ciclo de producción de FVH, la presencia de luz durante la germinación de las semillas no es deseable por lo que, hasta el tercer o cuarto día de sembradas, las bandejas, deberán estar en un ambiente de luz muy tenue pero con oportuno riego para favorecer la aparición de los brotes y el posterior desarrollo de las raíces. A partir del 3er., o 4° se inicia el riego con solución nutritiva, se exponen las bandejas a una iluminación distribuida y evitando luz solar directa. Una exposición directa a la luz del sol puede traer consecuencias negativas, como: aumento de la evapotranspiración, endurecimiento de las hojas y quemaduras de las hojas. La excepción se realiza, cuando la producción de FVH se localiza en recintos cerrados y/o aislados de la luz solar (piezas cerradas, galpones viejos sin muchas ventanas, casa abandonada, entre otras), en los dos últimos días del proceso de producción, se exponen las bandejas a la acción de la luz para lograr que el forraje obtenga su color verde intenso característico y por lo tanto complete su riqueza nutricional óptima.

El uso de la luz solar es lo más recomendable, por lo que se debe agudizar el ingenio para lograr un máximo aprovechamiento de la luz solar y por consecuencia, lograr menores costos de producción, prioridad básica para cualquier proyecto de producción de FVH. Esto puede estar facilitado con una orientación de las instalaciones de Este a Oeste, favoreciendo de este modo la construcción de aberturas en estructuras pre existentes (Santander, 2011).

### 2.2.4.3 Temperatura

La temperatura es una de las variables más importantes en la producción de FVH. Ello implica efectuar un debido control sobre la regulación de la misma. El rango óptimo para producción de FVH se sitúa siempre entre los 18° C y 26 ° C. La variabilidad de las temperaturas óptimas para la germinación y posterior crecimiento de los granos en FVH es diverso. Es así que los granos de avena, cebada, y trigo, entre otros, requieren de temperaturas bajas para germinar. El rango de ellos oscila entre los 18°C a 21°C. Sin embargo el maíz, muy deseado por el importante volumen de FVH que produce, aparte de su riqueza nutricional, necesita de temperaturas óptimas que varían entre los 25°C y 28°C

Cada especie presenta requerimientos de temperatura óptima para germinación lo que se suma a los cuidados respecto a la humedad. En las condiciones de producción de FVH, la humedad relativa ambiente es generalmente cercana al 100%. A medida que aumenta la temperatura mínima de germinación, el control del drenaje de las bandejas es básico para evitar excesos de humedad y la aparición de enfermedades provocadas por hongos. La presencia de estos microorganismos puede llegar a ser la causa de fracasos de producción por lo que la vigilancia a cualquier tipo de situación anómala, debe constituirse en rutina de nuestra producción. El ataque de los hongos usualmente resulta fulminante y puede en cuestión de horas arrasar con toda la producción, y quedar sin alimento para el ganado. Tener una buena aireación del local, así como riegos bien dosificados son un excelente manejo contra este tipo de problemas (FAO, 2001).

Una herramienta importante que debe estar instalada en los locales de producción es un termómetro de máxima y mínima que permitirá llevar el control diario de temperaturas y detectar rápidamente posibles problemas debido a variaciones del rango óptimo de la misma. Lo ideal es mantener siempre en el recinto de producción, condiciones de rango de temperatura constante. Para ello, en el caso de climas o épocas del año muy frías, se puede usar calefacción en el ambiente, y viceversa, en climas o estaciones del año de muy altas temperaturas, habrá que ventilarlo.

Usualmente la calefacción dentro del recinto de producción, viene dada por la inclusión de estufas de aserrín. El número de éstas está en función de la intensidad del frío que exista, y de la temperatura a la cual pretendamos alcanzar. Por su parte el abatimiento de altas temperaturas puede obtenerse a través de la colocación de malla de sombra y/o conjuntamente con la instalación de aspersores sobre el techo del invernadero. Si se instala en el sistema de producción de FVH en ambientes aislados de los cambios climáticos exteriores, la producción se verá optimizada (FAO, 2001).

### 2.2.4.4 Humedad

El cuidado de la condición de humedad en el interior del recinto de producción es importante. La humedad relativa del recinto de producción no puede ser inferior al90%. Valores de humedad superiores al 90% sin buena ventilación pueden causar graves problemas fitosanitarios debido fundamentalmente a enfermedades fungosas difíciles de combatir y eliminar, además de incrementar los costos operativos.

La situación inversa (excesiva ventilación) provoca la desecación del ambiente y disminución significativa de la producción por deshidratación del cultivo. Por lo tanto compatibilizar el porcentaje de humedad relativa con la temperatura óptima es una de las claves para lograr una exitosa producción de FVH (Santander, 2011).

### 2.2.4.5 Calidad del agua de riego

La calidad de agua de riego es otro de los factores singulares para alcanzar el éxito en la producción. La condición básica que debe presentar un agua para ser usada en sistemas hidropónicos es su característica de potabilidad. Su origen puede ser de pozos o de lluvia. Si el agua disponible no es potable, se presentaran problemas sanitarios y nutricionales con el FVH. Para el caso en que la calidad del agua no sea la más conveniente, será imprescindible realizar un análisis químico de la misma, y en base a ello reformular la solución nutritiva, así como evaluar que otro tipo de

tratamiento tendría que ser efectuado para asegurar su calidad (filtración, decantación, asoleo, acidificación o alcalinización).

La calidad de agua no puede ser descuidada y existen casos donde desconocer su importancia fue causa de fracasos y pérdidas de tiempo (FAO, 2001).

#### *2.2.4.6* pH

El valor de pH del agua de riego debe oscilar entre 5.2 y 7 y salvo raras excepciones como son las leguminosas, que pueden desarrollarse hasta con pH cercano a7.5, el resto de las semillas utilizadas (cereales mayormente) usualmente en FVH, no se comportan eficientemente por encima del valor 7.

Uno de los principales problemas que ocurre en el riego localizado (goteo, microaspersión), es la obturación de los emisores por los sólidos en suspensión de las aguas de riego. En general la cloración y un buen filtrado resuelven estos problemas.

### 2.2.5 Ventajas del forraje hidropónico

- Se produce en poco tiempo, a bajo costo, en forma sostenible independiente de las condiciones climáticas, un forraje sano, limpio, de alto valor nutritivo, especialmente útil en periodo de sequía.
- Excelente para alimentar cualquier tipo de ganado: vacas lecheras, toros en engorda, ovinos, caprinos, caballos, cerdos, conejos, pollos, gallinas ponedoras, pavos e incluso peces.
- Mejora la salud de los animales: aumenta la fertilidad por su alto contenido en vitamina E, provoca una disminución de la incidencia de mastitis, se evitan trastornos digestivos, incrementa la digestibilidad de los alimentos balanceados.
- Aumenta la producción de carne, reduce el tiempo de engorda, incrementa la producción de leche e incrementa el contenido de grasa en la leche.

- Reducción en los costos por alimentación, al suministrar forraje hidropónico en la dieta se puede reducir o suprimir los balanceados y las sales minerales en la dieta (Hidrocultivo, 2010).

### 2.2.6 Rendimiento del FVH

La producción de granos germinados para uso forrajero bajo control de temperatura y humedad relativa, densidad, humedad y buena calidad de la semilla, alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en pasto fresco y una altura de 20cm. Aproximadamente en un periodo de 7 a 10 días. La literatura reporta conversiones de semilla a forraje verde de 5 a 1 y hasta 12 a 1, pero siempre con una pérdida de materia seca. Se ha encontrado rendimientos normales de 6 a 1, en maíz con las semillas regionales hemos obtenido hasta 8 a 1 (Produce, 2005).

## 2.3 GENERALIDADES DEL TRIGO

### 2.3.1 Definición

Planta gramínea anual, de la familia del césped, con espigas de cuyos granos molidos se saca la harina. Es uno de los cereales más usados en la elaboración de alimentos (Mangelsdorf, 1973).

**Imagen 3 Grano de trigo**

### 2.3.2 Características

#### 2.3.2.1 Valor nutricional

Hay una pequeña partícula denominada germen de trigo, que resulta altamente beneficiosa al ser rica en vitamina E, ácido linoléico, fosfolípidos y otros elementos indispensables para el buen equilibrio del organismo y que éste no puede sintetizar. Como se observa en las tablas No.5 y 6 su contenido proteico es tres veces superior a la carne y al pescado y cinco veces a los huevos.

| Tabla No. 1 Porcentaje de nutrientes del grano de trigo en 100 g. | |
|---|---|
| **NUTRIENTES** | **%** |
| Carbohidratos | 70 |
| Proteínas | 16 |
| Humedad | 10 |
| Lípidos | 2 |
| Minerales | 2 |

| Tabla No. 2 Porcentaje de aminoácidos constituyentes del germen de trigo en 100 g. | |
|---|---|
| **AMINOÁCIDOS** | **%** |
| Arginina | 2.08 |
| Lisina | 1.8 |
| Leucina | 1.67 |
| Valina | 1.41 |
| Fenilalanina | 1.11 |
| Isoleucina | 0.97 |
| Histidina | 0.64 |
| Metionina | 0.46 |
| Triptófano | 0.30 |

**Proteínas**

Las proteínas del grano de trigo, considerado en conjunto son de mediana calidad, aunque mejor que las del maíz. En el salvado de trigo y en los gérmenes de este grano, se encuentran proteínas de mejor calidad. El trigo contiene casi tanto extracto no nitrogenado como el maíz y es ligeramente más rico en fibra. Solo contiene aproximadamente 2% de grasa, mientras que el maíz contiene 4%. El trigo es tan digestible como el maíz y suministra aproximadamente la misma cantidad de principios nutritivos que el maíz.

El trigo es pobre en calcio 4%. Su contenido en fosforo es de 0.39%, y es sensiblemente más rico que el maíz en este elemento. Es deficiente en valor de vitamina A y en vitamina D. es una buena fuente Tiamina, pero es pobre en Riboflavina,

al igual que los demás cereales. Es mucho más rico que el maíz en niacina.(Morrison, 1980).

**Lípidos**

El trigo está constituido de un 2 a un 23% de lípidos; el lípido predominante es el linoléico, el cual es esencial, seguido del oléico y del palmítico. La porción lipídica se encuentran de manera más abundante en el germen de trigo (Mangelsdorf, 1973).

**Minerales**

El trigo cuenta entre sus componentes con diversos minerales, la mayoría en proporciones no representativas, pero cabe mencionar el contenido de potasio (K), así como de magnesio (Mg), fósforo (P) y azufre (S).

**Vitaminas**

Entre los componentes del trigo se encuentran también las vitaminas, principalmente las del complejo B.

### 2.3.3 Germen (embrión)

El germen se caracteriza por carecer de almidón y por su alto contenido de aceite, proteína, azucares solubles y cenizas. Además, es alto en vitaminas B y E y genera la mayoría de las enzimas para el proceso de germinación. De los cereales, el mijo perla, el maíz y el sorgo contienen la mayor proporción de germen (Scade, 1975).

### 2.3.4 Proceso de germinación

Para que el proceso de germinación, es decir, la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones

ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas, menciona la Universidad Politécnica de Valencia, (UPV, 2010).

El periodo de germinación y arraigo del trigo es muy importante para la futura cosecha de grano. El grano de trigo necesita para germinar humedad, temperatura adecuada y aire a su alrededor. La temperatura óptima de germinación es de 20-25ºC, pero puede germinar desde los 3-4ºC hasta los 30-32ºC. El aire es necesario para activar los procesos de oxidación, por tanto la capa superficial del terreno debe estar blando; la humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%, cuando se sobrepasa este porcentaje de humedad la conservación del grano se hace difícil.

La facultad germinativa del trigo se mantiene de 4-10 años, aunque el período de utilización no debe sobrepasar los dos años, ya que a medida que transcurre el tiempo, disminuye la capacidad germinativa.

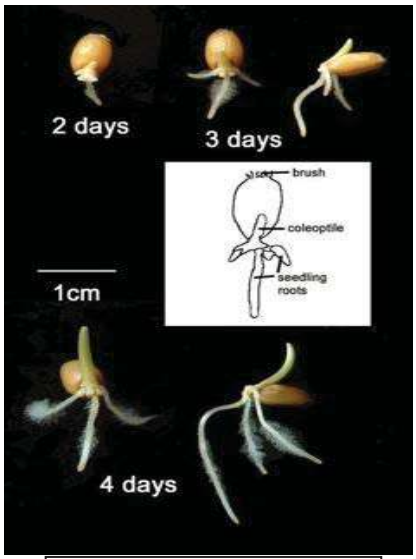


**Imagen 4 Fases de la germinación**

Una vez que se forman las raíces primarias y alguna hoja verde, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano; en este momento termina el periodo de germinación.

En el proceso de germinación podemos distinguir tres fases:

**Fase de hidratación**: La absorción de agua es el primer paso de la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria.

**Fase de germinación**: Representa el verdadero proceso de la germinación. En ella se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse.

**Fase de crecimiento**: Es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria (UPV, 2010).

## 2.4 ALIMENTACIÒN

### 2.4.1 Necesidades nutritivas básicas de los conejos

El conejo es un animal esencialmente herbívoro, sin embargo dentro del ámbito de la cunicultura intensiva e industrial cabe señalarse que la dieta debe sustentarse en alimento balanceado e industrializado. Respecto a los alimentos naturales que se le proporcionan al conejo, se pueden dividir en dos tipos: los alimentos voluminosos que incluyen los forrajes frescos o henificados; y los concentrados, que se constituyen por granos energéticos (maíz, avena, trigo, cebada, entre otros) o proteicos, como soya, cacahuate, frijol, por citar algunos.

Uno de los elementos más importantes en la alimentación de los conejos es la fibra, pues de ella depende la estimulación del tracto gastrointestinal y el peristaltismo del mismo, por lo que necesitan ingerir grandes partículas. Además la fibra facilita el desgaste adecuado de los dientes, estimula la cecotrofia y previene la obesidad. Los

niveles altos de este nutriente en la dieta son indispensables para mantener el correcto balance de la flora bacteriana en el ciego, ya que si el nivel de fibra no es el adecuado se ve modificado el pH, y por consiguiente se elevan las poblaciones de *Clostridia* y de *E. coli,* lo que puede ocasionar problemas de salud graves (Lorenzo, 2010).

#### 2.4.1.1 Agua

Puede presentarse en dos formas respecto a la forma en que se adquiere por parte del animal: la primera es la que forma parte de los alimentos, se aprovecha al máximo por el organismo y resulta insuficiente cuando el alimento es a base de piensos compuestos, y la segunda es el agua líquida corriente, de la cual su suministro constante para el animal es vital.

El agua posee infinitas cualidades para todo organismo vivo, pues es considerado el disolvente universal, es vehículo de transporte, de entrada y eliminación, además de ser un buen regulador térmico. Un aspecto importante a tomar en cuenta al momento de la adquisición de pienso, es no adquirir alimento a precio de agua. A más humedad en el pienso, menos valor nutritivo y más predisposición a enmohecerse.

#### 2.4.1.2 Hidratos de carbono

Considerados como la más importante fuente de energía, poseen un cierto papel de reserva energética en el organismo. Con ayuda de las enzimas los conejos son capaces de descomponer los hidratos de carbono durante la digestión, y los productos resultantes se almacenan en el cuerpo o se queman durante el metabolismo, produciendo energía y productos residuales (agua y anhídrido carbónico).

Los principales son:

*a)* Polisacáridos vegetales: almidón, celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas.

*b)* Polisacáridos animales: glucógeno.

*c)* Oligosacáridos: lactosa, sacarosa.

*d)* Monosacáridos: glucosa, galactosa, fructosa, glicerina.

La necesidad de carbohidratos para los conejos es con base en su nivel energético. Los conejos con demandas altas de energía, como enfermos, animales de pelo largo, madres y gazapos pueden requerir más carbohidratos en la dieta. En el caso de los conejos de talla pequeña, poseen un metabolismo más rápido que los conejos más grandes, por lo tanto requieren más energía (Lorenzo, 2010).

### 2. 4.1.3 Fibra

La fibra engloba a todas aquellas sustancias vegetales que el aparato digestivo no puede digerir y por tanto absorber por sí mismo. Generalmente son nutrientes de tipo carbohidrato, aunque carecen de valor calórico, ya que al no poder absorberlos no se pueden metabolizar para la obtención de energía.

La fibra se divide en dos tipos: fibra insoluble (como la celulosa, lignina, y algunas hemicelulosas, abundantes en los cereales) y la fibra soluble (como las gomas y pectinas contenidas sobre todo en legumbres, verduras y frutas). Son sustancias que producen calor y energía de movimiento. Este grupo está compuesto por azúcares, en particular glucosa, almidón o fécula, así como vitaminas (López, 2010).

### 2.4.1.4 Proteínas

Estructuras compuestas por elementos simples entrelazados los unos con los otros, que se conocen como aminoácidos. Estos compuestos desempeñan un papel fundamental en todos los seres vivos. Las proteínas son las biomoléculas más versátiles y diversas, realizan grandes cantidades de funciones, entre ellas destacan:

*a)* Estructural (colágeno y queratina).

*b)* Reguladora (insulina y hormona del crecimiento).

*c)* De transporte (hemoglobina).

*d)* De defensiva (anticuerpos).

*e)* Enzimática (actina y miosina).

Las proteínas son esenciales en la dieta, pues de ellas dependen la mayoría de las funciones de cada órgano para que éstos tengan un funcionamiento adecuado (Cruz *et al.* 2009).

### 2. 4.1. 5 Grasas

Las grasas, también llamadas lípidos, en conjunto con los carbohidratos representan la mayor fuente de energía para el organismo y son una buena fuente de reserva de energía. Son sustancias insolubles en agua, son excelentes aislantes y separadores. Las grasas están formadas por ácidos grasos.

**a) Funciones de los lípidos:**

- Energética: constituyen una verdadera reserva de energía.
- Plástica: forman parte de todas las membranas celulares y de la vaina de mielina de los nervios, es decir que se encuentra en todos los órganos y tejidos.
- Aislante: actúan como excelente separador dada su apolaridad.
- Transporte: ayudan al transporte de proteínas liposolubles.
- Disolvente: ayudan en la disolución de algunas vitaminas.

***b)* Los lípidos principales son los siguientes:**

• Saponificables: ácidos grasos, acilglicéridos y fosfoglicéridos.

• Insaponificables: esteroides, terpenos y prostaglandinas.

### 2. 4.1.6 Minerales

Los minerales son elementos químicos simples, su presencia e intervención es imprescindible para la actividad de las células. Juegan un papel importante en la alimentación. Más de veinte minerales son necesarios para controlar el metabolismo, o bien para conservar las funciones de los diversos tejidos. Se les encuentra en numerosos productos y de igual manera se pueden proporcionar en forma directa de sales minerales a fin de complementar la dieta (López, 2010).

Las funciones que cumplen los minerales son estructurales: estructuración de huesos y dientes donde encontramos calcio, fósforo y magnesio; y homeostáticas: control de pH, presión osmótica, equilibrio ácido-base donde interviene el sodio, potasio y cloro; tono muscular e impulso nervioso donde intervienen calcio, magnesio, sodio y potasio; actividad enzimática, hormonal, transporte de oxígeno, donde encontramos hierro, yodo, zinc, cobre, manganeso y selenio.

### 2. 4.1.7 Vitaminas

Son sustancias esenciales para el organismo, se encuentran presentes en pequeñas cantidades en los alimentos y sus efectos son trascendentales, como se evidencia frente a una carencia, o de lo contrario también en un exceso.

**Tabla No. 3** Agrupación de las vitaminas según su solubilidad en agua o grasas.

| **Liposolubles** | **Hidrosolubles** |
|---|---|
| | Vitamina B1 o tiamina (antineurítica) |
| | Vitamina B2 o riboflavina o lactoflavina |
| Vitamina A o retinol (antixeroftálmica) | Vitamina B3 o ácido pantoténico |
| | Vitamina B6 o piridoxina o adermina |
| Vitamina D3 o colacalciferol (antirraquítica) | Vitamina B12 o cianocobalamina |
| | Vitamina PP o niacina (ácido nicotínico) |
| Vitamina E o tocoferol (antiesterilidad) | Vitamina H o biotina |
| | Vitamina C o ácido ascórbico |
| Vitamina K o menadiona (antihemorrágica) | Vitamina N o ácido fólico |
| | Colina o bilineurina |

FUENTE**:** Cruz *et al.* 2009.

### 2.4.2 Necesidades nutricionales de hembras reproductoras

Gracias a los avances experimentados en genética, manejo, instalaciones, condiciones sanitarias y alimentación, los rendimientos productivos que se obtienen actualmente en conejas reproductoras criadas en condiciones intensivas son similares a los que se consiguen en otras especies de animales domésticos. Como consecuencia de la intensificación de la producción, las conejas tienen unas elevadas necesidades nutritivas y de consumo por unidad de peso vivo, sobre todo teniendo en cuenta que en la cría intensiva se solapan la lactación y la gestación. Debido a esto, es muy importante suministrar una alimentación adecuada y equilibrada que estimule el consumo de alimento y que cubra todas las exigencias nutritivas de los animales, para así alcanzar el máximo potencial productivo de las conejas**.**

Además de aportar los nutrientes necesarios, no hay que olvidar otro factor importante que va a influir sobre la productividad de las reproductoras y que es la elección del ritmo reproductivo apropiado que maximice los rendimientos productivos. Se cubre a las hembras aproximadamente 11 días después del parto y se desteta a los gazapos a los 35 días de edad. Con este ritmo reproductivo, que además es compatible con el manejo en bandas, los rendimientos que se obtienen son un máximo de 9 partos por año y un intervalo mínimo entre partos de 42 días (11 días entre parto y cubrición más 31 días de gestación (De Blas y Nicodemus, 2006).

### 2.4.2.1 Grasa

El consumo de energía digestible de las conejas primíparas aumenta linealmente con la adición de grasa, mientras que en las hembras multíparas la respuesta es menor para concentraciones de grasa en el pienso por encima de un 6%. Por lo tanto, el consumo voluntario de las conejas primíparas parece estar regulado principalmente por factores físicos, más que por la concentración energética de la ración. Por este motivo, y dado que en este caso es difícil cubrir las necesidades energéticas de estos animales, incluso con la adición de moderadas cantidades de grasa, podría ser interesante la utilización de niveles más altos de grasa en el pienso.

La adición de grasa sobre el consumo de energía digestible de las conejas, que da lugar a una mayor producción de leche, y por lo tanto a unos mejores rendimientos de la camada durante la lactación, no parece en cambio, que ayude a reducir el déficit energético que se produce en las conejas, sobre todo cuando en los sistemas intensivos se solapan la gestación y la lactación.

La glucosa es necesaria para la síntesis de lactosa de la leche y para la supervivencia y el crecimiento fetal. Si no están cubiertas las necesidades se puede provocar una caída en los rendimientos de las reproductoras y de los gazapos en lactación, además, de dar lugar a una mayor mortalidad embrionaria, sobre todo cuando se alcanza el pico de lactación que es cuando las necesidades son más elevadas. En este sentido,

Castellini et al. 2000 (citado por De Blas y Nicodemus, 2006)observaron que al añadir un 5% de sacarosa al agua de bebida se incrementó la fertilidad de las conejas primíparas un 20%, con respecto a las que no ingirieron sacarosa. Por otro lado se observó una tasa de fertilidad de las conejas un 10% superior cuando se trató el agua de bebida con un 2% de propilenglicol, un alcohol precursor de glucosa con alto contenido energético (21 MJ/kg), con respecto a las del lote control.

#### 2.4.2.2 Proteína y aminoácidos esenciales

El efecto del nivel de proteína de la dieta sobre los rendimientos reproductivos en conejas ha sido revisado por Santomá *et al.* (1986*,* Citado por De Blas y Nicodemus, 2006)*.* Dado que la concentración energética de la dieta puede variar considerablemente en piensos de conejas reproductoras, los resultados están expresados sobre la relación óptima proteína digestible/energía digestible. Los resultados indican que en el caso de explotaciones que sigan ritmos reproductivos intensivos, se requiere una relación mínima de 10,5 g/MJ. Valores inferiores dan lugar a una disminución del peso de los gazapos, del peso de las conejas y del nivel de fertilidad. Sin embargo, para obtener valores máximos de producción de leche, supervivencia y crecimiento de los gazapos durante la lactancia, es necesario incrementar la relación hasta 12,5 g/MJ. Por otra parte, niveles superiores (14,3 g/MJ) conducen a una disminución del consumo y a una pérdida de la condición corporal.

#### 2.4.2.3 Nivel y tipo de fibra

Los conejos son capaces de consumir altas cantidades de pienso con un elevado contenido en fibra, debido a las particularidades de su sistema digestivo.

### 2.4.3 Raciones para conejos

A continuación se presenta la siguiente tabla donde se muestran las cantidades de alimento balanceado recomendadas para los conejos de talla mediana y bajo un ambiente templado (De Blas y Nicodemus, 2006).

Tabla No. 4 Raciones de alimento balanceado recomendadas para los conejos

| ETAPA PRODUCTIVA | CANTIDAD DE ALIMENTO PROPORCIONADO |
|---|---|
| **Hembra progenitora gestante** | 145-155 g/día |
| **Hembra progenitora lactante** | 200-250 g/día (depende del tamaño de la camada) |
| **Hembra progenitora vacía** | 150-150 g/día |

Fuente: UNAM, 2004

## 2.5 REPRODUCCION EN CONEJAS

### 2.5.1 Generalidades reproductivas

A excepción de los conejos salvajes que se reproducen de manera estacional, el conejo doméstico (*Oryctolagus cuniculus*) puede hacerlo prácticamente durante todo el año, a excepción de algunos animales criollos o algunas razas que presentan anestro durante la época de invierno. Este comportamiento reproductivo ha sido resultado de los procesos y las condiciones a los que el hombre ha sometido a este animal, pues debido a la disposición permanente de alimento, la estabilización artificial de las condiciones ambientales y los procesos selectivos a los que se le ha sometido, el

conejo presenta este comportamiento reproductivo tan beneficioso para los productores dedicados a la cunicultura.

### 2.5.1.1 Ovulación

Este aspecto de la coneja ha sido conservado evolutivamente, el cual se caracteriza por ser de tipo inducido o reflejo, es decir que para que tenga lugar la liberación del óvulo se requiere del estímulo genital provocado por el coito o puede darse por algún estímulo equivalente (Cruz, *et al*. 2009).

El coito o algún estímulo equivalente provoca, vía neural, liberación del péptido hipotalámico luliberina, que es la hormona liberadora de la hormona luteinizante (LHRH), esta liberación origina un pico preovulatorio de hormona luteinizante (LH) y en una menor proporción FSH u hormona folículo estimulante. Este pico de LH desencadena los procesos foliculares que obligan a la liberación del ovocito; aunado a esto también participan la progesterona y las prostaglandinas. De igual forma existe cierta participación de FSH y secreción de oxitocina (que facilita la ovulación) (Cruz, *et al*. 2009).

La real ovulación tiene lugar de 10 a 12 horas postcoito (aunque como ya se mencionó, cualquier otro estímulo equivalente puede desencadenar esta acción). Se han comprobado ciertos mecanismos que provocan la ovulación en la coneja, como el hecho de estar en celo y en contacto con otras hembras que puedan montarse entre sí autoestimulando los genitales; la administración de sales de cadmio o de cobre, así como la inyección de LH o de gonadotropina coriónica humana (Hgc), también provocan esta acción. Una estimulación eléctrica adecuada en la cabeza del animal o a nivel lumbar de la columna vertebral es también capaz de inducir este efecto. Se destacan variaciones en las tasas de ovulación conforme transcurren las estaciones del año; por ejemplo, durante la primavera las conejas pueden ovular de 12 a 14 óvulos maduros, mientras que en otoño obtienen de 9 a 13. De igual forma se ha detectado una relación positiva entre el peso de la coneja y la tasa de ovulación, así como entre el

número de partos y la ovulación, pues las hembras nulíparas tienen menor tasa ovulatoria si se les compara con las hembras multíparas (Cruz, *et al*. 2009).

### 2.5.1.2 Ciclo estral

La coneja prácticamente no presenta estacionalidad reproductiva, esto significa que puede reproducirse durante todo el año. Debido al tipo de ovulación que posee (inducido o reflejo), la duración del ciclo estral es un lapso inconstante. Generalmente la coneja sólo ovula 10 a 12 horas después del apareamiento, pero si éste no se consuma, la hembra permanecerá en celo varios días y no aceptará al macho por otros tantos, después presentará nuevamente el celo cada cuatro o cinco días, aproximadamente. En este caso se dice que la coneja presenta “brotes” de “calor”, de celo o de estro, con estos lapsos de duración a partir del día del parto.

El ciclo estral de la coneja comienza con la liberación de hormonas hipotalámicas que permiten a la pituitaria o hipófisis producir y liberar gonadotropinas. Se libera FSH (primera hormona en salir), la cual inicia el proceso de maduración de folículos primarios ováricos. Los folículos maduran progresivamente, para pasar de ser primarios o unilaminares a secundarios o multilaminares, los cuales comienzan a secretar hormonas esteroidales (estradiol, 20 α-hidroxiprogesterona y progesterona). Los estrógenos que se producen por las células de la teca interna y de la granulosa conducen a cambios fisiológicos e histológicos que tienden a preparar al organismo para una posible gestación. Cuando se eleva significativamente la concentración plasmática de estrógenos, ocurre un mecanismo en el que se ejerce una retroalimentación negativa que avisa a la hipófisis que deje de liberar FSH y entonces el hipotálamo le manda otro mensajero: el péptido hipotalámico Hormona Liberadora de la hormona luteinizante (LHRH) o luliberina, sustancia que comúnmente se conoce con el nombre de hormona liberadora de gonadotropinas (GNRH). Una vez producido este estímulo, la hipófisis secreta LH (hormona luteinizante) en pequeñas cantidades que permiten que los folículos sigan madurando sin que se dé aún la ovulación. Durante este tiempo de maduración, los folículos, en estado terciario, continúan produciendo

estrógenos, pero progresivamente también producen progesterona; gracias a los estrógenos la coneja entra en estro (celo) y es completamente receptiva al macho. Para que se dé la ovulación como tal es imprescindible que un impulso nervioso de gran intensidad provoque una salida masiva de LHRH, y consecuentemente una liberación intensa de LH. Este impulso es logrado por el apareamiento, en donde se combinan la estimulación de los genitales, estímulos visuales, táctiles, auditivos y olfativos, los cuales provocan que por vía nerviosa se desencadene el "pico productivo de "LH" que conduce finalmente a la ovulación (Cruz, *et al*. 2009).

En caso de que la hembra no esté en posibilidades de recibir el estímulo nervioso, sus folículos terciarios permanecen latentes de dos a tres días, y por lo tanto se encuentra en celo. Si no se da la ovulación, la receptividad de la coneja disminuye por otros dos o tres días, al término de los cuales se inicia otra fase de estro, y por consiguiente se va repitiendo este ciclo de receptividad-no receptividad cada cuatro o cinco días en promedio, hasta completar entre 15 y 20 días (es decir tres a cuatro ciclos de receptividad-no receptividad). Si después de estos ciclos no hay ovulación, los folículos comienzan a sufrir un proceso de regresión, y con esto termina un ciclo estral de la coneja.

Por lo tanto se puede decir que el ciclo estral de la coneja dura de 15 a 16 días. A pesar de que se dé la regresión folicular por no ovular, al poco tiempo los folículos son reemplazados por otros y la hembra volverá a ser receptiva ante el macho. Este proceso se repite y dura unos 15 o 16 días, pero si la hembra continúa sin estar expuesta al macho, los ciclos anteriormente mencionados van tornándose irregulares, hasta que llegue el momento en que la hembra caiga en anestro (Cruz, *et. al*. 2009).

### 2.5.1.3 Gestación y Parto

Una vez el óvulo se ha fertilizado, el embrión permanece en el oviducto durante 72 horas (3 días) y luego emigra hacia el útero. Una vez en el útero, permanece flotando durante 7 días en el fluido intrauterino, a la vez que se nutre del mismo. Después de

este período, se adhiere a la pared del útero y comienza la formación de la placenta. A este proceso se le conoce como “implantación”**.** No existe una conexión directa entre los sistemas circulatorios del embrión y la madre, por lo que el oxígeno y los nutrimentos llegan al embrión mediante difusión en las paredes de los vasos sanguíneos de ambos sistemas. Los excrementos del embrión son transportados fuera a través del sistema circulatorio de la madre (Pastrana, 1999).

El período normal de gestación en la coneja es en promedio de 31 días en el 98% de los casos. No obstante, puede variar de 29 a 35 días, dependiendo del número de fetos en gestación. A menor número de fetos mayor será el período de gestación y viceversa. El peso normal de los embriones de la raza neozelandés, por ejemplo, es de 60 gramos, pero el mismo puede variar de entre 25 a 90 gramos dependiendo de la edad, la raza y el número de fetos en gestación

La hormona progesterona que mantiene la preñez, disminuye su concentración en la sangre de la coneja durante la última semana de gestación. A consecuencia de esta disminución, se produce la secreción de la hormona oxitocina por la glándula pituitaria. Esta hormona estimula las contracciones musculares del útero y del abdomen, forzando así la salida de los fetos. El parto en las conejas ocurre normalmente durante la madrugada o temprano por la mañana, y le toma en promedio 30 minutos con intervalos de 1 a 5 minutos por gazapo. La coneja corta el ombligo y lame cada gazapo, estimulando así la circulación de sangre en éstos. Un parto puede demorarse de 1 ó 2 días. Cuando el parto se completa, la coneja ingiere la placenta y los gazapos muertos. Esta es una conducta normal entre los animales ya que los residuos del parto pueden atraer depredadores o servir como medio de crecimiento para microorganismos patógenos. Los gazapos comenzarán a desarrollar el pelo alrededor de los cuatro días de nacidos y abrirán los ojos a los diez días (Pastrana, 1999).

### 2.5.1.4 Lactación

El desarrollo de los gazapos durante las primeras 3 semanas de lactación afectará directamente el rendimiento de estos. La lactación puede considerarse como parte del proceso reproductivo al igual que la ovulación, la gestación y el parto.

Las glándulas mamarias de la coneja, por lo general consisten de ocho secciones fisiológicamente separadas en dos hileras de cuatro cada una a lo largo del abdomen. El tejido mamario es similar al de otros mamíferos, así como el proceso de síntesis de leche, que es continuo. Aunque la síntesis de leche es un proceso continuo el mismo está controlado por hormonas. El estímulo producido por los gazapos al mamar, produce la liberación de la hormona prolactina que es responsable del inicio de la producción de leche. Sin embargo, para que la leche pueda estar disponible para las crías, es necesaria la intervención de la hormona oxitocina**,** que ocasiona la contracción del tejido secretor de leche, permitiendo la salida de ésta hacia las cisternas del pezón.

La cantidad y composición de la leche producida por la coneja varía durante la lactancia. La cantidad de leche producida aumentará hasta la 3ra semana y luego comenzará a disminuir. En esta etapa por lo regular los gazapos ya consumen alimento sólido y la leche materna no es tan importante.

La primera leche producida se llama, calostro**.** La cantidad de cenizas (minerales), en especial del contenido de calcio y fósforo también es menor. El calostro es importante durante los primeros días de nacidas las crías, ya que a través de éste la madre les proporciona inmunidad pasiva (anticuerpos) contra las enfermedades. Luego las crías serán capaces de producir sus propios anticuerpos. En el conejo, los anticuerpos son transferidos también a las crías por el útero materno a través de las membranas fetales, durante la segunda mitad de la gestación.

Como se ha mencionado, a las tres semanas de lactancia aproximadamente (21 días), comienza a reducirse la producción de leche y la composición de ésta cambia. Se reduce el contenido de agua y lactosa, y aumenta la grasa, proteínas y minerales.

La producción de leche se ve afectada además, por el intervalo entre el parto y concepción. A menor intervalo, más pronto disminuirá la producción de leche y viceversa. El estado nutricional puede afectar además la producción de leche y por un período de tiempo mayor, ya que no podrá compensar sus requisitos de mantenimiento y lactancia (Pastrana, 1999).

### 2.5.2 Técnicas para el mejor rendimiento reproductivo

Para lograr un mejor cumplimiento de los parámetros productivos reproducidos es conveniente la práctica de varias técnicas que tienen fines encaminados hacia la mejor producción. Entre estas técnicas destacan:

**Mejorar la receptividad de la hembra:** para que cada hembra acepte al macho cada vez que le toque día de monta debe estar receptiva, y para mejorar esta receptividad a nivel del conejar se tienen varios métodos a aplicar:

#### a) Fotoperiodo

Está demostrado y fundamentado que en los meses de marzo a junio, que es cuando los días son más largos y por tanto existe más luz, las hembras son estimuladas ante este efecto en la producción de FSH y por tanto mejora la aceptación al macho. Por ello es conveniente que en los días con fotoperiodo más corto se complementen en total de 15 a 16 horas con luz artificial. Una forma de realizar esta actividad es prendiendo la luz a las 5:00 a.m. y apagándola al salir el sol; para prenderla nuevamente a las 5:00 p.m. y apagarla a las 8:00 p.m. Esto puede lograrse de forma manual o con un reloj automático que se programe para que realice la operación.

**b) Hormonización**

Se puede utilizar la gonadotropina sérica (PMSG), la cual se debe aplicar en dosis de 25 U.I. 48 horas antes de la cubrición, para alcanzar receptividades medias superiores a 90% (Cruz *et al.* 2009).

**c) Bioestimulación**

Técnica que consiste en el control de la lactación, se realiza de la siguiente forma: el día del parto después de que la hembra alimenta a los gazapos se sacará el nido o se cerrará. Durante nueve días después del parto el nido permanece fuera o cerrado y sólo se meterá o se abrirá unos 20 minutos por la mañana, temprano para que la coneja amamante a la camada. El día nueve, luego de que la hembra amamante a los gazapos, se cerrará el nido hasta el día 11, así los gazapos permanecerán sin comer 48 horas. El día 11, después de que la hembra amamanta a los gazapos, es llevada a cubrición. Esta técnica ha demostrado buenos resultados en cuanto a mejorar la receptividad de la hembra.

**d) Agrupación de las hembras**

Consiste en agrupar a las hembras por estados fisiológicos. Por ejemplo las que se cubrirán en un día de la semana permanecen en jaulas juntas, dándonos así una identificación por lote de la tarea de que se les va a realizar. Con este método de agrupación no se tiene que estar buscando en toda la nave a las conejas a las que se les vaya a realizar algún manejo, así ya se encontrarán agrupadas aquellas hembras lactantes, las que requieran del diagnóstico de gestación, a las que se les tenga que meter nido, sacar nido, destetar por citar algunas (Cruz *et al.* 2009).

### 2.5.3 Características yparámetros reproductivos en conejas

- Las hembras maduran sexualmente a los 4 a 8 meses de edad, dependiendo de la raza.
- La gestación dura un promedio de 30 a 33 días.
- Las hembras tienen estro silencioso y son de ovulación inducida.
- Las camadas nacen por la noche, con un promedio de 8 crías
- Las hembras normalmente alimentan a sus crías una o dos veces al día.
- El destete ocurre a las 4 o 6 semanas de edad.
- La leche de coneja contiene aproximadamente 13% de proteínas, 9% de grasa y 1% de lactosa (Bichard y Sherding, 1996).

Se conservarán conejas hijas de las hembras que en un parto cumplan con los siguientes parámetros, además los mencionados en la tabla No. 6.

*a)* Intervalo entre partos: 42 días (según ciclo).

*b)* Aptitud maternal: comportamiento no agresivo, buen suministro de pelo al realizar el nido.

*c)* Relación tamaño-peso de la camada (Tabla No. 5)

**Tabla No. 5** Relación tamaño de la camada-peso mínimo recomendable

| TAMAÑO DE LA CAMADA | PESO MINIMO |
|---|---|
| 6 gazapos | 360 gramos |
| 7 gazapos | 570 gramos |
| 8 gazapos | 600 gramos |
| 9 gazapos | 620 gramos |

Fuente: Cruz *et al.,* 2009

Tabla No. 6 Principales parámetros productivos, la forma de calcularlos y su valor-rango, técnicamente aceptable (Roca, 2006)

| PARÀMETRO | RANGO ACEPTABLE | PROMEDIO |
|---|---|---|
| % Receptividad | **75-90%** | **85%** |
| % Fertilidad | **70-90%** | **80%** |
| % Fecundidad | **90-97%** | **93%** |
| % Mortalidad Nacimiento-Destete (Mortalidad Lactancia) | **8-16%** | **12%** |
| Prolificidad | **6-10 Gaz/parto** | **8 Gaz/ parto** |
| Número de gazapos destetados por camada | **6-8** | **7** |

Fuente: Cruz *et al*., 2009

### 2.5.4Problemas reproductivos relacionados con el manejo

***a)*** **Falta de luz:** en granjas donde no se implementa luz artificial pueden ocurrir descensos marcados de la fertilidad cuando el fotoperiodo es inferior a 14 a 16 horas de luz/día.

***b)*** **Que el macho esté sobreutilizado**: bajo ciertas circunstancias algún macho efectúa más de dos montas en un día, ante esta situación disminuye la capacidad espermática.

***c)*** **Esfuerzo excesivo de lactación.**

***d)* Alimentación incorrecta**: deficiencias nutrimentales en el alimento que se ofrece a los animales puede ocasionar que disminuya la fertilidad.

***e)* Administración de medicamentos o vacunas antes de la cubrición.**

***f)* Altas temperaturas**: las altas temperaturas perjudican la actividad reproductiva de los conejos al reducir la ingestión de alimento, la fertilidad, la libido, la tasa de implantación embrionaria, el número y peso de los gazapos y la producción de leche. Temperaturas superiores 30°C provocan en las conejas una alteración en las secreciones provenientes del oviducto y reduce en número y tamaño los puntos de implantación (Cruz *et al.* 2009).

### 2.5.5 Problemas durante la gestación y postparto

Algunas conejas fallan al parto a pesar de que cuando se haya realizado una palpación, el diagnóstico haya sido positivo. Esto es a causa de las reabsorciones fetales. Este mecanismo es de origen fisiológico y es característico del conejo y otras especies con grandes tamaños de camada, como el cerdo. Afortunadamente ocurre en porcentaje bajo. Si en la granja cunícola dicho porcentaje aumenta se puede pensar que algún factor externo está involucrado, incluyendo distintas enfermedades, problemas genéticos, entre otros, y por lo tanto las hembras y su progenie deben ser eliminadas de la granja.

Los abortos consisten en la expulsión de fetos durante los 10 últimos días de gestación, suelen presentarse de manera más frecuente en hembras jóvenes. Éstos principalmente se deben a un mal manejo en la reposición, varias hembras juntas en la misma jaula o mal estado de la coneja, y puede afectar a individuos aislados –muertos en el proceso del parto– o a toda la camada, en cuyo caso el origen puede ser diverso, incluyendo distintos agentes patógenos.

Los problemas en el parto (distocias) incluyen las torsiones uterinas, relativamente frecuentes, debidas a tamaños de camada muy grandes y a factores estresantes, y a los prolapsos de vagina, situación que no es frecuente en conejas. Las distocias generalmente se dan por una mala presentación de los fetos o un excesivo tamaño de los mismos, aunque no es problema frecuente en la coneja. Después del parto pueden producirse anomalías del comportamiento materno como el abandono, aplastamiento o canibalismo de camada, así como los partos fuera del nido. Esta problemática ocurre principalmente en hembras primerizas. Ante la concurrencia de estas anomalías en un número significativo de hembras adultas, conviene vigilar los factores ambientales, tales como la temperatura. Algunos factores que predisponen a las hembras a parir fuera del nido incluyen el estrés y la presencia de ratones. El canibalismo se ha relacionado con falta de agua y déficit de nutrientes (Cruz *et al.* 2009).

# III. OBJETIVOS

Evaluar el comportamiento productivo y reproductivo de conejas.

- Determinar consumos de materia seca del alimento comercial y del forraje.
- Evaluar las ganancias diarias de peso.
- Evaluar indicadores reproductivos (Número total de gazapos nacidos vivos y muertos, peso de la camada, mortalidad del nacimiento al destete, cambios de peso corporal en las conejas)
- Determinación de costos por concepto de alimento.

# IV. MATERIAL Y MÉTODOS

**Localización.**- La presente investigación se llevó a cabo en el sector cunícula ubicado en la posta zootécnica perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH, la cual se encuentra ubicada en el km 9.5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro.

**Animales**.- Se utilizaron 72 conejas en etapa reproductiva (2-4 partos), de las razas Chinchilla, Nueva Zelanda, California y Azteca Negro.

**Alojamientos**.- Se usaron jaulas tipo americano de alambre galvanizado de 49 cm x 79 cm x 30 cm provistas de bebedero tipo chupón y comedero de tolva con capacidad de 2 kg. Cada jaula estuvo provista de un nidal de madera de 44 cm x 33 cm x 24 cm

**Tratamientos.-** Se utilizaron 3 tratamientos: A= alimento comercial; B= Alimento +25% de forraje verde hidropónico (FVH) y C= alimento+ 50% de FVH. Los porcentajes de FVH son en sustitución del concentrado en base 88% de MS.

**Diseño Experimental**.- Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos donde el tratamiento A tuvo 28 repeticiones, el B y C con 22 repeticiones (conejas). Las variables reproductivas y productivas fueron sometidas a un análisis de varianza y prueba de Duncan para probar las hipótesis. Se utilizó el paquete estadístico Statistica Versión 7.

**Alimentación.-** Se suministró un concentrado comercial cuya composición se muestra en la tabla No. 7. A las conejas que consumieron el FVH tuvieron un periodo de adaptación una semana antes del parto para evitar trastornos digestivos en ese periodo. Durante la semana de adaptación se les manejó porciones por igual de 400 a 500 gramos diarios de concentrado y forraje donde se observó una aceptación positiva

hacia el forraje; se diseñó la ración (tabla No. 8) para cada grupo en base en los resultados del examen bromatológico que se le realizó a dicho forraje a los 10 días de crecimiento en base a la materia seca. Quedando las dietas para cada grupo de la siguiente manera:

| **Tabla No. 7** Componentes del alimento comercial según examen bromatológico. | |
|---|---|
| Humedad % | 12 |
| Materia Seca % | 88 |
| Extracto Etéreo (Grasa) % | 2.5 |
| Fibra Cruda % | 16 |
| Proteína Cruda % | 16 |
| Cenizas (Minerales) % | 10 |
| E.L.N (Carbohidratos) % | 43 |

| **GRUPO** | **Tabla No. 8** Raciones de cada tratamiento por etapa reproductiva | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Gestación** | | **Lactación** | |
| | **FVH** | **Concentrado** | **FVH** | **Concentrado** |
| **A (Testigo)** | 0 | 300 gr | 0 | 400 gr |
| **B (75%-25%)** | 390 gr | 225 gr | 550 gr | 300 gr |
| **C (50%-50%)** | 780 gr | 150 gr | 1100 gr | 200 gr |

En la etapa de gestación sin lactación el FVH se suministró en una sola porción ya que se presentó problemas de desperdicio; sin embargo en la etapa de lactación al grupo C se suministró en dos porciones; en la mañana y en la tarde ya que aumentó la cantidad

desperdiciada de FVH debido al aumento de la temperatura durante el día, que hacía que el FVH se marchitara de tal manera que no lo consumían del todo.

**Manejo reproductivo.-**

**Imagen 5 Tarjetas de identificación.**

**Identificación de las conejas.-** Cada uno de los tratamientos se clasificó con tarjetas de colores con el número correspondiente a cada coneja, como se observa en la imagen 5.

**Control de peso de camadas y conejas.-** Las conejas se pesaron a la monta, un día después del parto y al destete. Los gazapos se pesaron al nacimiento y al destete.

**Diagnóstico de gestación.-** Se realizó los diagnósticos de 14 y 28 días, las hembras que resultaron negativas se descartaron de la prueba.

**Determinación de costos.** Los costos de alimentación fueron determinados considerando solo la alimentación de cada tratamiento.

**Producción de FVH.-**

Se utilizó semilla de trigo a la cual se le retiró impurezas, se lavó y posteriormente se remojó por un periodo de 24 horas en una cubeta con capacidad de 20 litros. Terminado este periodo se drenó el agua y se extendió un kilogramo de trigo en charolas de polietileno 40x60 cm forradas con una capa de costal (de material transparente) en la base y encima del grano, de igual manera se cubrió cada charola con un plástico negro de tal manera que no penetrara luz y con ello favorecer la germinación; se pasaron a un área de pregerminación dentro de un invernadero tipo rustico de medidas 2.5 m x 3 m, provisto de estantería de tubos de hierro reciclado en dos niveles. Dichas charolas permanecieron cubiertas durante cuatro días, el día 5 se retiró el plástico negro manteniendo el costal mantener una luz tenue y mantener la humedad de la charola. Al día 6 se retiró el costal y se dejó en crecimiento hasta cumplir los 10 días para el cual se cosechó y se ofreció a las conejas en la porción mencionada en la tabla No. 8, haciendo uso de una báscula electrónica.

Los riegos del FVH se hicieron de manera manual con una manguera; las charolas con etapa de crecimiento del día 0 hasta el 5 se regaron durante un minuto; de los días 6 al 8 se regaron durante 30 segundos, ya que retenían mayor cantidad de agua y disminuía su necesidad de agua. Las charolas de la etapa de 9 y 10 (días de crecimiento) se pasaban al nivel inferior de la estantería ya que requerían aún menor cantidad de agua y se regaban durante 10 segundos, haciendo mención que recibían agua de las charolas superiores. Los riegos se realizaron 6 veces al día con intervalos de 2 horas.

# V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los resultado obtenidos en el análisis bromatológico, se observa que el FVH contiene 16.22% de PC (Base 90), porcentaje similar al contenido de proteína cruda que contiene un alimento comercial (16%).

En relación a la edad de cosecha, Lorenzo (2010), reporta 16.09 % de proteína cruda en FVH de trigo a los 15 días de crecimiento, lo cual es ligeramente menor al 16.22% obtenido en FVH de 10 días. Siendo similar a lo mencionado por Herrera *et al.* (2010), que señala que los 10 días de cosecha el FVH tiene un valor nutritivo superior que los 15 días, lo cual podría traducirse en mejores rendimientos productivos al utilizarlo como suplemento en la alimentación animal. Según Südekum *et al*., (1991) citado por Herrera (2010), las proteínas de las plantas se clasifican en proteínas de reserva y proteínas de las hojas y los tallos las cuales juegan un papel importante en el crecimiento de los forrajes a través de la acción enzimática de la ribulosa 1,5 difosfato carboxilasa y de la fijación de $CO_2$ atmosférico. Lo anterior mencionado es la explicación del porque hay mayores concentraciones de PC en muestras de forraje cosechado el día 10.

La disminución en el contenido de PC al madurar la planta es consecuencia del desarrollo de órganos estructurales como tallos y pecíolos, así como también del desplazamiento del nitrógeno a las partes jóvenes, disminuyendo la fracción de biomasa activa lo que promueve la dilución del N de la planta.

**Tabla No. 9** Comparativo de componentes del alimento comercial y FVH según examen bromatológico.

| COMPONENTES | ALIMENTOCOMERCIAL BASE FRESCA | FVH BASE SECA |
|---|---|---|
| Humedad % | 12 | 86.17 |
| Materia Seca % | 88 | 13.83 |
| Extracto Etéreo (Grasa) % | 2.5 | 0.42 |
| Fibra Cruda% | 16 | 18.47 |
| Proteína cruda% | 16 | 18.02 |
| Cenizas (Minerales) % | 10 | 2.61 |
| E.L.N (Carbohidratos) % | 43 | 58.02 |

Fuente: Laboratorio de bromatología de la FMVZ-UMSNH

## Proceso de producción de FVH

Para la producción de FVH se utilizó 1 kg de semilla trigo por charola coincidiendo con Espinoza (2005), pero siendo inferior en cantidad si se compara con Lorenzo (2010) quien colocó 1.8 kg de semilla en cada charola. Sin embargo Romero (2010) colocó 600 g de semilla por charola más 200 g de paja. Con lo que se puede mencionar que existe gran variedad de métodos y no hay un estándar en cuanto a la cantidad de semilla a sembrar ya que existe una gran variedad de recipientes de diversos tamaños que se pueden usar para la producción de FVH, según la comparación hecha con los anteriores autores.

### Siembra

Después de 24 horas se drenó el agua y se pasó a charolas; el trigo se extendió para su germinación y se cubrió con un costal y una bolsa negra para evitar la penetración de luz solar y estimular la germinación del grano de trigo**.** En diferentes investigaciones

se utilizaron materiales y métodos diferentes para la siembra del grano, así como para mantener la humedad y oscuridad del grano; Espinoza (2005), quien a las 12 horas drena el agua, lo deja reposar y nuevamente los sumerge 12 horas para después pasar el grano a tambos con tapa y posteriormente sembrar en charolas una vez que la semilla haya germinado, colocó una capa de papel mojado encima para mantener la humedad y temperatura hasta notar la completa brotación de la semilla, al igual que Rivera *et al.,* (2010), quien sembró en charolas de polietileno específicas para FVH, sin embargo en su investigación colocó dos capas de papel mojado debajo del grano y otro encima; sin embargo la utilización de costal debajo y encima de la semilla coincide con López (2010) y Lorenzo (2010) quienes utilizaron charolas cubiertas con doble capa de costal a excepción de la bolsa negra que ellos omiten.

**Riegos y Desarrollo del FVH**

Las charolas se mantuvieron tapadas con el material oscuro hasta el día 4. El día 5se retira la bolsa negra pero se mantiene el costal para evitar la luz excesiva y para mantener la humedad**.** De acuerdo con lo mencionado por Espinoza (2005), la luz solar no debe ser excesiva ya que causa quemaduras sobre las charolas superiores, por lo que hasta el tercer o cuarto día de sembradas las bandejas deberán de estar en un ambiente de luz muy tenue pero con riego, después de estos días se expone a la luz solar.

Se hicieron 6 riegos al día con manguera en intervalos de 2 horas entre uno y otro, el tiempo de riego fue de acuerdo a la etapa de crecimiento en la que se encontraba el FVH, variando entre 60, 30 y 10 segundos en pregerminación, crecimiento y desarrollo respectivamente. Sánchez (1997) citado por la FAO (2001) menciona que el volumen de agua de riego va de acuerdo a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales internas del recinto de producción de FVH. 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. Recomendar una dosis

exacta de agua de riego según cada especie de FVH resulta difícil, dado que dependerá del tipo de infraestructura de producción disponible.

**Cosecha**

López *et al.* (2007) menciona que la cosecha se debe realizar cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25 cm. Este desarrollo tarda de 8 a 12 días, dependiendo de la temperatura, las condiciones ambientales y las frecuencias del riego. En el trabajo realizado, el FVH se cosechó a los 10-11 días y alcanzó una altura de 14 centímetros con un rendimiento de 4.8 kg, por debajo de lo obtenido por Lorenzo (2010), quien obtuvo un rendimiento de 8 kg a los 15 días de siembra; sin embargo se puede mencionar que si se hubiese cosechado el FVH a los 15 días cabe la probabilidad de haber alcanzado el mismo rendimiento.

Se ha documentado que períodos de tiempo de 7 a 10 días son suficientes para completar el ciclo en un cereal sembrado para forraje hidropónico, Less (1983), Peer y Lesson (1985), Santos (1987) y Dosal (1987) citados por la FAO (2001), ciclos más largos no serían convenientes debido a la disminución de la calidad nutricional del FVH resultante.

Valdivia, (1996) citado por Espinoza (2005), menciona que el forraje producido debe ser ingerido el mismo día de cosecha, lo que no impide almacenarlo por más tiempo, con un suministro de agua el FVH puede durar de (2 a 3) días más, pero no se recomienda extender el tiempo de cosecha, pues el contenido nutricional empieza a alterarse significativamente y pierde valor nutritivo, aunado a esto y por experiencia en la presente investigación no se recomienda extender el consumo después de día 11 ya que el tapete radicular acumula humedad y ya no hay una ventilación adecuada se comienza a presentar problemas de fungosis. Rodríguez (2003) cita que el FVH se debe ofrecer combinado con otros alimentos de tal forma que la ración sea completa. A medida que el colchón radicular crece, se incrementa su capacidad para la retención e humedad, además de que las reservas de humedad de la planta son mayores.

## Resultados de la alimentación

En la tabla No. 10, se muestran los pesos promedio en conejas al parto (un día después del parto) y al destete obtenidos en los 3 partos y destetes que se evaluaron. No se obtienen diferencias significativas (P>0.05) por lo que se puede mencionar que el adicionar FVH en la alimentación no afecta la ganancia de peso, y hay tendencia de mejorar la ganancia cuando se usa el FVH en un 25% ya que como se aprecia en la tabla No. 10, se nota un ligero aumento de peso en las conejas del tratamiento B en comparación a los otros tratamientos.

Las conejas del tratamiento A, durante la gestación obtuvieron mayor peso al parto, siguiéndole el tratamiento C con una diferencia de 0.089 kg y el tratamiento B con una diferencia de 0.074 kg., sin haber diferencias (P>0.05) Sin embargo al destete, las conejas con el tratamiento B tuvieron un mayor peso (4.024 kg) en comparación de los otros tratamientos encontrándose diferencias (P<0.05).

**Tabla No. 10** Cambios de peso (kg) en las conejas en las diferentes etapas reproductivas

| ETAPA | TRATAMIENTO | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| | $\bar{x}$ ± S | $\bar{x}$ ± S | $\bar{x}$ ± S |
| Parto | $3.916_a$ ± 0.413 | $3.826_a$ ± 0.238 | $3.841_a$ ± 0.384 |
| Destete | $3.922_a$± 0.381 | $4.024_b$± 0.320 | $3.867_a$± 0.365 |

Literales diferentes en la línea indican diferencias (P<0.05)

En la tabla No. 11, se muestran los cambios de peso en las conejas de los diferentes tratamientos, siendo el grupo B el que obtuvo una ganancia mayor al resto de los tratamientos ($P<0.05$), y no hubo diferencias ($P>0.05$) entre A y C.

**Tabla No. 11** Cambio de peso (g) en las conejas en el periodo parto - destete.

| | TRATAMIENTO | | |
|---|---|---|---|
| | **A** | **B** | **C** |
| **Parto-Destete** | $\bar{x}$ **± S** | $\bar{x}$ **± S** | $\bar{x}$ **± S** |
| | 6 gr ± $1.32_a$ | 198 ± $2.74_b$ | 37 ± $2.09_a$ |

Literales diferentes en la línea indican que hay diferencia a ($P<0.05$)

En la tabla No. 12, en el número total de gazapos nacidos no se encontraron diferencias ($P>0.05$), sin embargo los tratamientos B y C obtuvieron el mayor número de gazapos nacidos y nacidos vivos.

En relación a los gazapos nacidos muertos si hay diferencia significativa ($P<0.05$) habiendo un mayor número de gazapos muertos en el tratamiento B en comparación con el A y C.

En el número de gazapos destetados y en el peso al destete no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$), aunque el peso al destete fue ligeramente superior en los tratamientos que recibieron FVH.

**Tabla No. 12** Comportamiento de los gazapos en diferentes etapas

| PARAMETRO (Totales) | TRATAMIENTO | | |
|---|---|---|---|
| | A | B | C |
| | $\bar{x}$ ± S | $\bar{x}$ ± S | $\bar{x}$ ± S |
| **Gazapos nacidos** | $8.3 \pm 3.06_a$ | $7.95 \pm 3.72_a$ | $7.12 \pm 3.37_a$ |
| **Gazapos nacidos vivos** | $8.1 \pm 2.94_a$ | $6.95 \pm 4.40_a$ | $6.29 \pm 3.12_a$ |
| **Gazapos nacidos muertos** | $0.20 \pm 0.41_a$ | $1.79 \pm 2.74_b$ | $0.82 \pm 1.97_a$ |
| **Gazapos destetados** | $5.25 \pm 3.19_a$ | $5.44 \pm 2.42_a$ | $6 \pm 1.81_a$ |
| **Peso al destete (gr)** | $564 \pm 97_a$ | $628 \pm 112_a$ | $622 \pm 122_a$ |

Literales diferentes en la línea indican que hay diferencia a ($P<0.05$)

En relación al consumo de alimento (base 88% MS) en la tabla No. 13, se observa que el consumo en la etapa de gestación no presentó diferencias ($P>0.05$) aunque el tratamiento A fue ligeramente más alto. El tratamiento A en la etapa de lactancia es estadísticamente igual al B y diferente al C ($P<0.05$); sin embargo los tratamientos B y C son iguales ($P>0.05$).

**Tabla No. 13** Consumo promedio de alimento en base 88 de materia seca por etapa reproductiva

| Tratamiento | A | B | C | E.E |
|---|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ ± S | $\bar{x}$ ± S | $\bar{x}$ ± S | |
| **n** | 28 | 22 | 22 | |
| **Lactancia** | $372.72_{ac} \pm 45.1$ | $358.9_{ab} \pm 32.4$ | $342.9_{b} \pm 42.4$ | 4.96 |
| **Gestantes** | $339.6_{a} \pm 32.4$ | $230.9.2_{a} \pm 41.2$ | $220.6_{a} \pm 30.1$ | 4.13 |

Literales diferentes en la línea indican que hay diferencia a ($P<0.05$)

## Resultados de costos de producción de FVH

El material que se utilizó para el diseño del invernadero no se considera el adecuado para la producción de FVH a gran escala, más bien es el diseño de una producción de traspatio con lo cual los costos por material y equipo son bajos a comparación de otros.

El costo del trigo fue de $2.60 por kilogramo y considerando que un kilo de trigo rindió 4.8 kg en FVH fresco entonces obtenemos $0.54 y le agregamos un15% más por costo de agua y equipo; con lo que se obtuvo: el costo para producir 1 kg de FVH fue de 62 centavos, no considerando mano de obra ya que el proyecto es a pequeña escala y no es necesario. Valor inferior a lo reportado por Romero *et. al*. (2009) que fue de $1.09/kg de FVH considerando que su trabajo se hizo para producir 504 kg por día, entonces la infraestructura usada fue más tecnificada que el trabajo que nosotros realizamos.

## Resultados costos por alimentación

La tabla No. 14, se muestra los costos por día por coneja por etapa reproductiva, en la que se observa notable diferencia en cuanto a costos. El tratamiento A en las dos etapas es ligeramente más elevado el costo. Al realizar una comparación con el tratamiento B la diferencia es de $16.37 y, si se hace con el tratamiento C es de $20.12. Si se considera esta diferencia en cuanto a costos en una producción cunícola a grande escala sería un ahorro notable aplicando simplemente el tratamiento B ya que, en el tratamiento C aunque es mayor el ahorro, no es tan deseable la baja de peso en conejas y gazapos.

Se puede observar que los costos en consumo de alimento se ven aumentados en la lactación un poco más del doble de lo que se consume durante la gestación, por ello es importante disminuir los costos por alimentación pero sin alterar los parámetros reproductivos y productivos en una explotación.

| **Tabla No. 14** Costo promedio de alimentación/ día/etapa reproductiva en los diferentes tratamientos. | | |
|---|---|---|
| **TRATAMIENTO** | **LACTACIA** | **GESTACION** |
| **A** | $57.29 | $36.96 |
| **B** | $40.92 | $25.96 |
| **C** | $36.17 | $22.88 |

En relación a la tabla No. 15, se obtuvieron los costos totales por un ciclo reproductivo de 85 días tomando en cuanta gestación de (28 días) y lactación (57 días). La diferencia monetaria entre el tratamiento A y B fue de $438.94 mientras que el A con el C fue de $796.04. Realizamos la diferencia entre el tratamiento B y C y obtuvimos que el C es ligeramente más barato con $357.1.Conforme se disminuya la cantidad de alimento comercial en la ración y aumente la de FVH los costos disminuyen considerablemente.

| **Tabla No. 15** Costo total por ciclo reproductivo de 72 conejas | |
|---|---|
| **Tratamiento** | **Costo/ciclo** |
| **A** | $3,498.26 |
| **B** | $3,059.32 |
| **C** | $2,702.22 |

# VI. CONCLUSIONES

- La proteína cruda del Forraje Verde Hidropónico a base de trigo se aproxima al del alimento comercial (16%) por lo que se puede complementar la alimentación en conejos.

- El FVH de mejor calidad para ser proporcionado a los animales es a los diez días de germinado por su alta cantidad de proteína.

- En la alimentación con FVH producido a baja escala y con alimento comercial no se observan cambios significativos en el aumento de peso durante la gestación, sin embargo durante la lactancia se observó un aumento en el peso del tratamiento B administrando 25% FVH y 75% alimento comercial.

- La alimentación con FVH no alteró los indicadores reproductivos de gazapos nacidos y nacidos vivos.

- Alimentar a los gazapos con FVH se ve aumentado el número de gazapos destetados y mayor peso.

- La implementación de FVH en la alimentación de las conejas disminuye los costos de alimentación.

Este trabajo se realizó para probar el FVH en conejas reproductoras y con ello disminuir los costos por alimentación pero sin alterar los parámetros reproductivos y productivos en una explotación.

# VII. BIBLIOGRAFÍA


1. Bichard, S. J y Sherding, R. G. 1996. Manual clínico de pequeñas especies. Ed. Interamericana, México, D.F., p 1618-1622

2. Cabarllido C.D. 2002. Forraje Verde Hidropónico: cómo realizar el cultivo. [En línea]. Disponible en **http://seragro.cl/?a=983** [Consulta: 18 Octubre, 2010].

3. Cruz H. A. R; Huerta L. M; Lugo R. V. 2009. Conejos: Manual de Producción Comercial. 1ª Edición. Ed. PAPIRO OMEGA. Morelia, Mich. Septiembre, 2010.

4. De Blas C y Nicodemus N. 2006. Interacción Nutrición-Reproducción en conejas reproductoras. [En línea]. XVII Curso de Especialización de Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. Disponible: **http://www.federaciongalegadecaza.com/bibliotecavisor.php?especie=coello&id=5 7** [Consulta: 17, Marzo de 2011].

5. Espinoza R. M. 2005. [En línea]. Proyecto de inversión para la producción de forraje verde hidropónico en Santa María Chachoapan Nochixtlan, Oaxaca. (Tesis de Licenciatura). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Facultad de Ciencia Empresariales Huajuapan de León, Oaxaca. México. Disponible: **http://jupiter.utm.mx/~tesis.dig/9735.pdf** [Consulta: 16, Febrero, 2011]

6. FAO. 2001. Manual Técnico. Forraje Verde Hidropónico. Organización de las Naciones para la agricultura y la alimentación. [En línea]. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Disponible: **http://www.fao.org/docrep/field/009/ah472s/ah472s00.htm**[Consulta: 16, Enero, 2011].

**7.** Fundación PRODUCE. 2005. Manual de procedimientos para la producción de forraje verde hidropónico. [En línea]. Fundación PRODUCE Jalisco. Disponible: **http://www.agronet.com.mx/cgi/articles.cgi?Action=viewhistory&Article=0&type=G&Datemin=2005-11-1%2000:00:00&Datemax=2005-11-31%2023:55:59**

**8.** Hidrocultivo. Alimentación del ganado con FVH. [En línea]. Forraje Verde Hidropónico. Disponible: **http://www.hidrocultivo.com.mx/alimentacion_del_ganado_con_FVH.html** [Consulta: 28, Noviembre, 2010]

**9.** Lorenzo F. J. H. 2010. "Forraje Verde Hidropónico para alimentar conejos en la Facultad de Medicina Veterinaria". Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.

**10.** López, A. F. 2010. "Comparación del forraje verde hidropónico deshidratado de cebada con alimento balanceado en conejos de engorda de la FMVZ". Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán. México.

**11.** López B.D.L y Ruales O.J.F. 2007. "Evaluación de la edad de cosecha y niveles de forraje verde hidropónico de cebada, maíz y trigo en el crecimiento de conejos de carne (*Oryctolagus cuniculus)*raza Neozelandés. Tesis Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra, Ecuador.

**12.** Mangelsdorf, P.1973. "Los alimentos en cuestiones de bromatología" Madrid, España.

**13.** Morrison F.B. 1980. Alimentos y alimentación del ganado. México. UTEHA.

**14.** Nava N. J. R.; Nava Zavaleta J y Córdova I. 2005. ”Alimento balanceado forraje verde hidropónico en la alimentación de conejos criollos *(Oryctolagus cuniculus)”*. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. VI, Núm. 10, Octubre, 2005, pp. 0-5. Veterinaria Organización Málaga, España. Disponible: **http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=63617978004** [Consulta: 3, Septiembre, 2011).

**15.** Pastrana R. H. I. 1999. [En línea] Aspectos reproductivos en los conejos. Universidad de Puerto Rico. Reciento Universitario de Moyagüez. Colegio de Ciencia Agrícolas. Disponible: **http://www.uprm.edu/agricultura/sea/publicaciones/AspectosReproductivosConejos.PDF** [Consulta: 26, Noviembre, 2010].

**16.** Pérez Sánchez R.E; García Saucedo P.A.; Ángel Palomares M.E.; Ortiz Rodríguez R y González Ramírez M. 2010. “Determinación de biomasa y calidad del forraje verde hidropónico en contenedores no convencionales”. Facultad de Agrobiología y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UMSNH. Uruapan, Michoacán, México.

**17.** Roca, C.T. 1998. “Paquete familiar en cunicultura”. *Lagomorpha*, Núm. 97, 1- 4.

**18.** Rodríguez R. H. E. C. ; Rodríguez M., A.; Flores M. I.; Sánchez, E. y A. Grado A. 2003. Utilización del forraje verde hidropónico como suplemento para vacaslactantes durante la sequía. Hidroponía. Lo más cerca del futuro: 147-149.

**19.** Romero, V. M. E.; Córdova, D. G. y Hernández, G. E. O. 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. Acta Universitaria [en línea] Vol. 19 Disponible: **http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=41611810002. I**SSN 0188-6266[citado 2011-05-21].

**20.** Santander, P. F. Manual de Forraje Verde Hidropónico. 2011. [En línea] Disponible: **http://www.elmejorguia.com/hidroponia/forraje_verdehidroponico_resultados_html.**[Consulta: 15, Junio, 2011].

**21.** Scade, John. 1975."Cereales ". Editorial Acribia. Zaragoza, España.

**22.** Torres H. E.; Cerillo S. M. A.; Juárez R. A. S.; Murillo M. O.; Ríos R. F. G.; Estrada R. O. y Barragán B. H. 2010. Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América. Vol. 35 (4): 284

**23.** UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. [En línea]. Parte III, Tema 17: Proceso de Germinación. Germinación de Semillas. Disponible: **http://www.wvita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_17.htm.** [Consulta: 18, Marzo, 2011]

**24.** United States Department of Agriculture (USDA) 2010. [En Línea]. Hidroponia: El pasado. Disponible: **http://hidroponia.itgo.com/Hidrop1.htm** [Consulta: 5, Febrero, 2011]