



**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN LA ALIMENTACIÓN  
DE CONEJOS DE ENGORDA**

TESIS QUE PRESENTA:

**HOMERO MORENO MÉNDEZ**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Asesor:

**MC. ÁNGEL RAÚL CRUZ HERNÁNDEZ**

**Morelia, Michoacán. Agosto 2013**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN LA ALIMENTACIÓN  
DE CONEJOS DE ENGORDA**

TESIS QUE PRESENTA:

**HOMERO MORENO MÉNDEZ**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Morelia, Michoacán. Agosto 2013**

## INDICE

Introducción.....	1
Hidroponía.....	2
El trigo.....	5
Contenido nutricional del trigo.....	7
Metodología para la producción de FVH.....	8
Factores ambientales que influyen en la producción de FVH.....	11
Instalaciones para la producción de FVH.....	14
Enfermedades en el cultivo de FVH.....	17
Alimentación en conejos.....	21
Hipótesis.....	31
Objetivo general.....	31
Materiales y Métodos.....	32
Resultados y discusión.....	34
Conclusión.....	44
Bibliografía.....	45
Anexos, gráficas y fotos.....	48

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valor nutritivo de trigo comparado con sorgo y maíz.....	8
Tabla 2: Contenido nutricional del FVH (trigo).....	20
Tabla 3: Requerimientos nutricionales de los conejos de engorda.....	28
Tabla 4: Análisis bromatológico de FVH de trigo (en base seca).....	34
Tabla 5: Análisis bromatológico de alimento comercial (en base fresca).....	34
Tabla 6: Peso promedio inicial y final de los tratamientos.....	35
Tabla 7: Comportamiento productivo.....	35
Tabla 8: Peso promedio semanal.....	37
Tabla 9: Costos de la engorda.....	41
Tabla 10: Comparación de los costos de la engorda.....	42

## **INDICE DE GRAFICAS**

Grafica 1: Peso promedio semanal.....	38
Grafica 2: Ganancia de peso semanal.....	38
Grafica 3: Consumo diario promedio semanal.....	40
Grafica 4: Eficiencia de conversión alimenticia.....	41

## Resumen

Con el objetivo de evaluar la productividad y costo al alimentar conejos de engorda a base de Forraje Verde Hidropónico (FVH), se utilizaron 30 conejos y la investigación se realizó en el sector de conejos de “La posta” perteneciente a la FMVZ-UMSNH, a la altura del km 9.5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro. Se utilizaron dos tratamientos T1 (alimento comercial) T2 (FVH) 15 animales en cada tratamiento. En el presente estudio el FVH fue producido con semilla de trigo (*triticum aestivum*), en un invernadero microtúnel rústico con medidas de 2.5 X 3 metros en charolas de plástico de 40 cm X 60 cm cubiertas con tela y puesto en un espacio de 1 x 2 metros con estantes y tapados con un plástico negro para evitar la entrada de luz con ello favorecer la germinación, con una densidad de siembra de 4.2 kg en grano seco por 1 m<sup>2</sup>, el desarrollo del FVH fue hasta el día 12 después de la siembra que se utilizó para ser consumido por los conejos, el FVH fue fertilizado a base de humus líquido de lombriz roja californiana, lo cual se obtuvo un promedio de 6 kilogramos de forraje verde en cada charola. El FVH se administró *ad libitum* los conejos a partir de su destete hasta los 30 días de vida, los conejos se pusieron en jaulas individuales y se sacrificó cuando alcanzó el peso promedio de 2005 kilogramos a comparación T1 con un peso promedio de 2.186 kilogramos. El T1 obtuvo una ganancia de peso promedio de 39.26 gramos diaria y el T2 con un 30.32 gramos diaria. Y la conversión alimenticia del T1 2.44 a 1.46 del T2. El costo de alimentación de T1 fue de 411.255 pesos a comparación con el T2 con un costo de producción de 212.637 ahorrando el 42.88% en los costos de alimentación en la engorda.

## Introducción.

En los últimos años la actividad agropecuaria se ha incrementado, sin embargo, su expansión ha tenido lugar sin el debido control ecológico y las técnicas comúnmente utilizadas no son las más apropiadas, provocando problemas de contaminación de suelo y mantos acuíferos, agotamiento de agostaderos y la extinción de flora nativa. Otro factor de suma importancia en el deterioro del sector pecuario, es la casi nula investigación y los pocos apoyos tecnológicos. Considerando los puntos anteriores, se puede decir que la producción de forraje verde hidropónico puede constituirse como una alternativa a los métodos convencionales de producción de forraje. El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producida muy rápidamente. Se basa en el aprovechamiento del poder germinativo de las semillas de cereales como cebada, avena, trigo, maíz etcétera. Etimológicamente la palabra hidroponía deriva del griego Hidro (agua) y Ponos labor o trabajo lo cual significa literalmente trabajo en agua (Ramírez *et al.* 2011). La producción de FVH tiene considerables ventajas sobre cualquier otro método de producción de forrajes ya que se puede tener un control sobre calidad, uniformidad y calidad de producción y sobre todo se puede tener una producción lineal es decir que independientemente de las condiciones climáticas imperantes la producción no se ve afectada, por lo tanto es también posible ofertarle al animal una dieta uniforme durante todo el año (Samperio, 2008).

## **Hidroponía.**

Se define ahora como la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de la tierra, pero con uso de medio inerte, como arena gruesa o aserrín al que se le agrega una solución nutritiva que contiene todo los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento normal y su desarrollo. No es una técnica moderna, sí no una técnica ancestral; en la antigüedad hubo cultura 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), y cultivaban su maíz en barcos o barcasas 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 (Agriculture, 2012).

Esta técnica existía en antigua China, India, Egipto y también en la cultura maya la utilizaban, hoy en día tenemos como referencia a una tribu en lago Titicaca. 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 ahí nació la hidroponía, en Japón vino con la segunda guerra mundial y los japoneses por falta de espacio y agua desarrollaron la tecnología norteamericana a niveles asombrosos (Agriculture, 2012).

La NASA ha utilizado la hidroponía desde hace 30 años para alimentar a sus 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 (Controlled Ecological Life Support System) desde hace mucho tiempo, desarrollándola incluso para la base proyectada en Marte. Los aztecas de Centroamérica, una tribu nómada forzada a ubicarse hacia la orilla pantanosa de lago Tenochtitlán, localizado en el gran valle central de lo que

ahora es México, y tratados bruscamente por sus vecinos más poderosos que les negaron cualquier tierra cultivable, sobrevivieron desarrollando notables cualidades de invención (Agriculture, 2012).

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, era rica en gran variedad de restos orgánicos y material compuesto 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 en las balsas 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 (Agriculture, 2012).

La producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) corresponde al uno de tantos desarrollos prácticos originados en las técnicas de los cultivos sin suelo o hidroponía. La técnica del FVH permite la producción de un forraje vivo, apto para la alimentación animal, de gran valor nutricional, excelente digestibilidad y aceptación por parte de los animales. La biomasa vegetal se produce a partir de la germinación de semillas forrajeras bajo condiciones ambientales controladas, logrando el crecimiento de las plántulas con una reducción significativa en el uso de agua y fertilizantes. Esta técnica es aplicable a cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se brinden las condiciones mínimas necesarias para el crecimiento del vegetal seleccionado. El ciclo de germinación y desarrollo abarca de los 7 a los 15 días llegando a ser independiente de la época del año si se tiene un ambiente regulado. Usualmente se utilizan semillas como avena, cebada, trigo, sorgo y maíz. La elección del tipo de forraje dependerá de varios factores como es la accesibilidad, costo y disponibilidad de semillas de calidad, así como a los requerimientos nutricionales de los animales a alimentar (Leandro, 2010).

Se produce bajo técnica del cultivo sin suelo en invernadero, que permite el control del gasto de agua y de todo los elementos del microclima para poder producirlo aún en condiciones adversas de clima (Lorenzo, 2010). La tecnología de FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies. Y es 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 (Ramírez y Cortés, 2012).

Una de las principales ventajas del FVH además de ser rico en proteína sin importar el clima o la clase de suelo y además de producir grandes cantidades de forraje en espacios tan pequeños y el ahorro de agua, en este sistema de producción de FVH el consumo de agua es mínimo ya que para producir 1 kilo de FVH solo se requiere menos de 3 litros, mientras que para producir 1 kilo de alfalfa o maíz en terreno abierto se requiere 150 a 300 litros de agua, y esto debido a que las pérdidas por evapotranspiración, percolación (flujo de aguas subterráneas a partir de fisuras en el terreno), escorrentía (corrientes libres de agua que forma la lluvia sobre el terreno), escurrimiento superficial e infiltración exigen estos altísimos consumos de agua, factores que no existen o son muy insignificantes en los cultivos hidropónicos si se comparan con las condiciones de producción convencional (Anon, 2010).

La producción de FVH, como cualquier otra actividad puede realizarse en gran variedad de condiciones, instalaciones y escalas. Si bien nuestra meta debería ser instalación que cuente con control automático de temperatura, humedad, luminosidad, riego, control y dosificación de nutrientes, etc. Esto es un ideal que implica un alto grado de inversión y que generalmente puede resultar no variable económicamente al productor, o cuando desalentar el proyecto. Sin embargo, es posible producir forraje sin contar con tanta sofisticación, utilizando medios locales y un poco de imaginación. No obstante debe respetar ciertas normas básicas de

manipuleo e higiene para lograr un producto de calidad (Leandro, 2010). Para el desarrollo óptimo, las plantas requieren: agua, aire, sol, nutrientes, dióxido de carbono (presente en el aire y protección contra las plagas (Samperio, 2008).

## **El trigo**

El trigo (*triticum aestivum* o *triticum savivum lam*). El origen del trigo se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en esta área y están emparentadas con el trigo, desde oriente medio el cultivo del trigo se ha difundido en todas las direcciones, las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *triticum monococcum* y *triticum dicoccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar, el trigo pertenece a la familia de las gramíneas (*poaceae*), siendo las variedades más cultivadas *triticum durum* y *triticum compactum* (Infoagro, 1997) .

El ciclo del trigo consta de tres periodos: periodo vegetativo, comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado, periodo de reproducción: desde el encañado hasta la terminación del espigado y periodo de maduración, comprende desde el final de espigado hasta el momento de la recolección (Guerrero, 1992).

## **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 (Ramírez y Cortés, 2012).

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 20-25°C, pero puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C. 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 (Ramírez y Cortés, 2012).

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. 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 (Ramírez y Cortés, 2012).

### **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 (Ramírez y Cortés, 2012).

La producción primaria de trigo en México se concentra principalmente en dos regiones del país, el noroeste y el bajío. La primera, representa aproximadamente el 55% de total nacional y agrupa a los estados de Baja California, Sonora y Sinaloa; en tanto que el 20% lo conforma la región Bajío a través de los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro. El principal ciclo agrícola para la producción de trigo corresponde al de Otoño-Invierno, en el cual destacan los estados de Sonora, Guanajuato, Baja California, Sinaloa, Michoacán, Chihuahua y Jalisco. En el ciclo de Primavera-Verano, los principales estados productores son Tlaxcala, México, Puebla, Hidalgo y Jalisco (Sagarpa, 2010).

## **Contenido nutricional del trigo**

El trigo posee un alto contenido de carbohidratos, proteínas, lípidos y minerales. El germinado de trigo es rico en vitamina E, aporta ácido linoleico, fosfolípidos, aminoácidos y su contenido proteínico es superior al de la carne de pescado y huevo (Pascual, 1992).

**Tabla 1: Valor nutritivo de trigo comparado con sorgo y maíz.**

Nutrientes	Trigo	Sorgo	Maíz
Carbohidratos	58.93%	70.0%	71%
Proteínas	18.29%	13.0%	10.5%
Fibras	18.80%	3.0%	5.0%
Ceniza	3.54%	2.0%	1.5%
Agua	10.5%	9.0%	10.0%

Fuente: trigo (Lorenzo, 2010), Ramírez *et al.* 2010), sorgo (Brenes *et al.* 1977), maíz (Nava *et al.*, 2005).

## **Metodología para la producción de FVH.**

**Elección de la semilla.** Es el punto más importante en la producción del FVH. La elección del grano a utilizar depende de múltiples factores, la disponibilidad de semillas adaptadas a las condiciones del producto final, calidad germinativa, deben estar íntegras y que no han sido tratados con algún pesticida tóxico.

**Limpieza y desinfección de los granos.** un gramo de semilla puede llegar a contener gran cantidad de bacterias, hongos y levaduras, todos ellos alojados en los polvos que cubren la superficie de los granos. Para minimizar este riesgo se debe realizar el siguiente procedimiento, a) lavado de los mismos con buen detergente, b) enjuagar hasta lograr agua limpia, c) remojar dos horas en agua clorada (6mg/l de cloro activo).

**Pre-germinado (remojo).** Una vez depositadas en un recipiente se cubrirán con agua limpia con una concentración de cloro libre de 2 mg/litro/agua, por un lapso de 12 horas si la semilla es pequeña, 24 horas si es mediana, 48 horas si la semilla es

grande y si es de test muy grande pueden probarse hasta 72 horas. Es aconsejable escurrir durante una hora y volver a remojar el grano cada 12 horas para permitir la oxigenación de las semillas. El agua puede estar a temperatura ambiente siendo aconsejable entre 18 °c a 24°c (Leandro, 2010).

**Germinación y siembra.** Las semillas pre-germinadas deben ser colocadas desde este momento en las bandejas de crecimiento respectivas. La densidad de siembra en cada bandeja no debe superar los 15 mm de espesor de grano húmedo. Este valor corresponde a una relación de siembra de 5 a 7,5 kilogramos de grano seco/m<sup>2</sup> dependiendo del tipo de semilla utilizada. Comienza la germinación, existiendo una liberación de calor importante en cada grano debido a esto el espesor no debe superar 15 mm en esta etapa la disipación del calor liberado ayuda a crear un microclima que debe ser mantenido. Dado que los dos o tres primeros días del proceso no requiere luz, es conveniente en este momento mantener cubiertos los granos con algún tipo de lienzo o papel periódico húmedo para mantener la humedad relativa cerca al 90%. Cumplidos estos primeros 3 días se podrán observar perfectamente los brotes de cada grano. Las bandejas deben destaparse para que las plántulas reciban luz natural o artificial (1000 luxes), por un lapso de 14 a 16 horas diarias durante los últimos días del proceso (Leandro, 2010).

**Control de riego y nutrición.** Con el objetivo de ahorrar agua, el riego puede y debe regularse. El riego de las bandejas de crecimiento de FVH es conveniente realizarlo a través de microaspersores, nebulizadores o incluso con la mochila pulverizadora de mano. En los 3 días pueden aplicarse entre 0.5 y 1,5 litros/m<sup>2</sup>/día en promedio. Generalmente se aplican tres riegos diarios en horario diurno. Durante esta etapa el germinado puede ser producido solamente con agua potable, dado que los nutrientes para los primeros estudios de la germinación provienen de la misma semilla. A partir del cuatro día el riego debe realizarse con solución nutritiva e incrementar el volumen utilizado.

En sistemas automatizados podría aplicarse el volumen diario de nutrientes dividido en 6 a 9 veces durante las horas luz, mediante aspersores de cada 6 horas de pocos segundos de duración, para sistemas manuales podrían bastar con aspersores de cada 6 horas (Leandro, 2010). La frecuencia de irrigación es muy importante y dependerá de la demanda de agua de las plantas, la que a su vez está determinada por la temperatura, luz y etapa de crecimiento, esto quiere decir a mayor temperatura, luminosidad y a mayor edad de la planta los requerimientos de las plantas son mayores. El tiempo de crecimiento dura entre 7-15 días, dependiendo de la semilla utilizada de la especie y de las condiciones brindadas a las semillas y a las plantas, el forraje se cosecha cuando alcanza una altura de 20 a 25 cm (Elizondo, 2005).

**Solución nutritiva.** Cualquier fórmula bien balanceada de solución nutritiva es adecuada para producir FVH. La necesidad de nutrientes es mínima, cuando se habla de una solución bien balanceada para FVH se refiere a una que contenga rangos entre 80 y 140 ppm de nitrógeno como nitritos y unas 10 a 15 ppm como amonio, alrededor de unas 30 ppm de fósforo como fosfato, de 90 a 130 ppm de potasio, de 90 a 160 ppm de calcio, 20 a 30 ppm de magnesio y 45 a 100 ppm de sulfatos. En cuanto a los microelementos puede decirse que generalmente son suficientes con las impurezas que se encuentran en las sales comerciales que se deben usar para preparar la fórmula base (Leandro, 2010).

**Cosecha.** Las condiciones de temperatura, humedad y luminosidad inciden drásticamente en el tiempo de desarrollo de la planta. Existe una estrecha relación entre el tamaño y el porcentaje de proteína-lignina en el producto germinado. El tamaño dependerá de la variedad cultivada a incluso también habrá que analizar el tipo y estadio del animal a alimentar. En términos generales la cosecha se produce entre los 8 y 14 días, con una altura de 30 cm y una productividad de 8 a 15 kg de FVH que se alcanza entre los días 7° y 8° por lo que el mayor peso y volumen de

cosecha a partir de ese momento va en detrimento con la calidad del producto final (Leandro, 2010).

## **Factores ambientales que influyen en la producción de FVH.**

**La luz.** Es un factor indispensable para el buen desarrollo de las plantas, es la energía que necesitan para realizar la fotosíntesis, por medio de la cual logran llevar a cabo sus diferentes etapas de desarrollo, desde su crecimiento hasta su producción. Cuando carece de luz las plantas, se inclinan primeramente hacia la fuente que la produce, luego los tallos se debilitan, las hojas palidecen y se tornan quebradizas, se detiene su crecimiento y pueden morir.

Se llama fototropismo a la capacidad que tiene la planta para orientar sus hojas y dirigir su crecimiento hacia la luz. Luz directa es la energía que en forma de rayos solares cae directamente sobre las plantas. Luz indirecta, es cuando los rayos de energía no llegan directamente a la planta, sino que solo llega a ella la luminosidad que produce estos rayos, que pueden ser del sol o de luz artificial. Este tipo de luz se llama luz media, y conforme los rayos se alejan, la luminosidad se va debilitando. Esta luz se llama luz débil, y a medida que esto ocurre sirve menos a cierto tipo de plantas, aunque, para otras es excelente. La luz filtrada es aquella que llega a los cultivos a través de paredes translúcidas. Cuando es a través de un vidrio, esto no permite el paso de los rayos ultravioletas, pero si el paso de los rayos infrarrojos, lo que produce una luz desbalanceada, lo que quiere decir que tal tipo de luz no sirva para nuestro propósito (Gómez, 2007).

Las plantas necesitan, como término medio, de 9 a 12 horas de luz diariamente. Pero también, al igual que los seres humanos, requieren de un periodo de descanso o letargo por la noche. Sin embargo, cuando se pretende acelerar un cultivo, se les

debe proveer las horas nocturnas de una buena iluminación continua. En los espacios para cultivos se recomienda utilizar colores claros, pues los colores oscuros absorben la luz. El color blanco, en especial produce luz intensa, pues refleja toda. La colocación de las lámparas fluorescentes se aconseja a una distancia de 40 cm aproximadamente de la planta, cuando son de 15 a 25 voltios.

En caso de que se usen tubos de 100 voltios, se debe colocarlas a unos 60 cm, y si las lámparas son de 250 voltios, no se deberá poner a menos de 75 cm de distancia. Mientras que cuando se utilicen lámparas de luz mercurial de 250 voltios, la distancia habrá de ser de 1,2 a 1,5 metros. Los cultivos de forraje, aunque este sea abundante, necesitan de 10 a 12 horas de luz de día o artificial. La duración del día o fotoperiodo influye sobre el desarrollo vegetativo. La luz solar no debe ser excesiva, ya que causan quemazón en las plantas principalmente en las bandejas superiores (Gómez, 2007).

**La temperatura.** De acuerdo a (Gómez, 2007) es uno de los factores que inciden de forma definitiva en la vida de las plantas; aunque según su clase y variedad, presentan diferentes requerimientos de calor. Generalmente las plantas se desarrollan bien entre los 18 y 24 °C de temperatura que coincide con la temperatura ambiente que suelen guardar las casas habitación. Las plantas resisten los cambios de temperatura solo si son mínimos; si estos son bruscos pueden dañarse seriamente.

Consideramos alteraciones bruscas de temperatura habitual. Aunque las plantas que se encuentran permanentemente en temperaturas bajas, soportan mejor el frío. La mayoría de las plantas, sin embargo, resisten más el calor. Las temperaturas extremas afectan el rango de adaptación y distribución de las especies, debe ser lo

más constante posible; un exceso de temperatura puede causar hongos y una temperatura baja retarda el crecimiento (Gómez, 2007).

**La oxigenación.** (Gómez, 2007), nos menciona que es muy importante ya que a través de esta realiza la función de transportar nutrientes y acumular elementos dentro de su sistema celular. Al oxidar los minerales, se convierte en el catalizador para generar la energía metabólica mediante su sistema de respiración radicular. Para su correcto funcionamiento, las raíces dependen fundamentalmente de una óptima oferta de oxígeno, pues de lo contrario aunque se les aporta los nutrientes adecuados, se tendrá un cultivo precario o en casos más graves podrán morir las raíces, en una palabra necesitan respirar. En la técnica hidropónica en el caso de forrajes, una forma natural sería colocar cerca del sistema de riego un “paso bruto” o cascada de la solución nutritiva, para que al caer, provoque su oxigenación. Pero esta velocidad de caída no debe llegar al contenedor, pues la velocidad de circulación para alimentación de las plantas debe ser lenta. También se puede usar un tubo a lo largo del contenedor, con perforaciones de 2 mm de diámetro y distanciadas unas de otras a 20 cm aproximadamente y con una presión mínima de 4 y 5 kg. También logra buena oxigenación a nivel doméstico, si se usa una bomba pequeña de las que se emplean en acuarios. A nivel mediano y comercial se recomienda utilizar una bomba de recirculación en el tanque mismo, que además de proporcionar una perfecta oxigenación, no permite la sedimentación y contribuye a evitar la creación de algas. Para este nivel de cultivo se puede colocar dentro del tanque con la solución nutritiva, unas aspas de madera o de acero inoxidable, para que movidas por un tubo reductor, generen una turbulencia que capture el oxígeno ambiental, logrando así los mismos resultados que con la bomba de recirculación.

**Fertilización carbónica.** De acuerdo con (Gómez, 2007), nos menciona que es indispensable una buena aireación para obtener el intercambio gaseoso. De acuerdo

con el sitio en que se vaya a construir el invernadero, hay que tener en cuenta estos factores para adoptar los correctivos necesarios.

**Humedad ambiental.** (Gómez, 2007), manifiesta que es de gran importancia para procurar condiciones de asimilación adecuadas, ya que ejerce una influencia directa en el trabajo que desempeñan las hojas. Debe haber una humedad cercana al 100% para asegurar un adecuado desarrollo del sistema radicular. Las radículas de las plantas jóvenes son incapaces de crecer en ambiente secos. Como el cultivo de FVH, es un cultivo a raíz desnuda, es decir sin sustrato, se deberá realizar en un ambiente con alta humedad relativa, por encima del 85%. Esta humedad se consigue con la frecuencia de los riesgos y de la evapotranspiración de las plantas. Caso de no existir suficiente humedad ambiente no sería posible la adsorción de CO<sub>2</sub>, y por lo tanto no tendría lugar la asimilación.

## **Instalaciones para la producción de FVH.**

Las instalaciones (Sánchez y Izquierdo, 2001), nos menciona que la localización de una construcción para la producción de FVH no presenta grandes requisitos. Como parte de una buena estrategia, la decisión de iniciar la construcción de instalaciones para FVH debe considerar previamente que la unidad de producción debe estar ubicada en una zona de producción animal o muy próxima a esta. Para iniciar la construcción se debe nivelar bien el suelo; buscar un sitio que esté protegido de los vientos fuertes; que cuente con disponibilidad de agua de riego de calidad aceptable para abastecer las necesidades del cultivo; y con facilidad acceso a energía eléctrica.

Existe un amplio rango de posibilidades para las instalaciones que va desde aquellas más simples construidas artesanalmente con palos y plástico, hasta sofisticados modelos digitalizados en los cuales casi no se utiliza mano de obra para la posterior

producción de FVH. En los últimos años se han desarrollado métodos operativos con modernos instrumentos de medición y control (relojes, medidores de PH, de conductividad eléctrica y controladores de tensión de CO<sub>2</sub>).

## **Clasificación de las instalaciones.**

**Populares.** Consiste en una estructura artesanal compuesta de palos o cañas (bambú), revestida de plástico transparente común, el piso es de tierra y las estrategias para la siembra y producción de FVH son construidas con palos, cañas y restos de madera o desechos de aserraderos, la producción obtenida en este tipo de instalaciones es utilizada en la mayoría de los casos para alimentar los animales existentes dentro del mismo predio, la altura de las estanterías, debido a la calidad de los materiales de construcción, no sobre pasa de los 3 pisos, en casos muy particulares se alcanzan cuatro niveles de bandejas, el material con que están fabricadas las bandejas puede ser de cualquier tipo y origen, lo más común es que sean recipientes de plástico de descarte, a los cuales se les corta al medio, se les perforan pequeños drenajes de agua sobre uno de los lados y se usan tal como quedan, también se utilizan estantes de muebles en desuso a los que se le forran con nylon. Este tipo de instalaciones podemos encontrar todo tipo de formas y tamaños de bandejas y tal como promueve la FAO en su manual de la Huerta Hidropónica Popular (Sánchez y Izquierdo, 2001).

**Estructuras o recintos en desuso.** Hemos denominado así a este segundo tipo de instalaciones de producción de FVH: comprende instalaciones industriales en desuso, antiguos criaderos de pollos, galpones vacíos, viejas fábricas, casas abandonadas, estas instalaciones se están volviendo cada vez más comunes en los países de América Latina. El ahorro que se obtiene con este tipo de instalaciones

surge de la disponibilidad de paredes y techos lo que permite invertir en los otros insumos necesarios para la producción de FVH (Sánchez y Izquierdo, 2001).

Algunos autores como (Juárez *et al.* 2011), mencionan que los invernaderos modernos son acondicionados con mecanismos y equipos necesarios para controlar temperatura, luminosidad, humedad ambiental y del sustrato, ventilación, aireación, aporte de CO<sup>2</sup>, riegos y fertilización, con esto se ha logrado aumentar los rendimientos agrícolas a niveles superiores a los alcanzados en campo abierto mediante cualquiera de los sistemas de producción tradicional de la agricultura mecanizada.

Aunque generalmente las cubiertas de los invernaderos son de plástico con diferentes propiedades tales como plásticos térmicos, antigoteo, fotoselectivos y biodegradables, paredes con malas o de policarbonato y elementos de sombreado aluminadas, también existen invernaderos de vidrio, lo que les confiere mayor hermeticidad. El volumen de aire que se albergue entre la planta y el techo es superior a los invernaderos multiténeles, lo que aumenta su inercia térmica y la estabilidad climática. La interceptación de luz es superior a los invernaderos de plástico y están dotados de varios sistemas de regulación climática que manejan con un controlador de clima y riego. Su costo es muy alto, por lo que su uso en climas no extremos está restringido, aunque son los invernaderos que posee los mayores rendimientos potenciales por metro cuadrado.

Malla sombra y casa sombra. (Juárez *et al.* 2011), menciona que son dos elementos que emplean para disminuir la cantidad de energía radiante que llega a los cultivos, las mallas no solo se utilizan como elemento de sombreado, sino que se emplea en las ventanas de los invernaderos con el objetivo de impedir la entrada de insectos y reducir el uso de pesticidas, las mallas empleadas para cubrir completamente

estructuras de invernaderos o estructuras tipo cobertizos, conocidas comercialmente como casas sombra, consiste en una tela tejida de plásticos con entramados, de cuadros de diferentes tamaños que sirve como cubierta protectora que regula la cantidad de luz que llega a las plantas y proteger los efectos del granizo, insectos, aves y roedores. Mediante el empleo de mallas se puede reducir entre el 10 a 95% de total la radiación solar. La cantidad de luz que se deja pasar al interior depende de la especie que se tenga en cultivo. Con las mallas no se evita el paso del agua de lluvia, además son permeables al viento. Las mallas de color negro son las más utilizadas y en menor medida las de color rojo y azul. Los materiales más comunes son el polietileno y polipropileno, también se empieza a utilizar poliéster. La duración puede ser de cuatro años mientras que las de polipropileno pueden durar hasta diez años, señala que el invernadero deberá construirse de acuerdo con la cantidad de forraje que se quiera producir diariamente, dejando un margen de seguridad se sabe que 4m<sup>2</sup> son suficientes para producir 15 kg por día de forraje (Gómez, 2007).

## **Enfermedades en el cultivo de FVH**

Uno de los problemas en la producción de FVH es el ataque por hongos, que ocurre cuando hay altas temperaturas y poca ventilación, es muy factible como se trate de semillas de gramíneas en germinación haya presencia de hongos. Las enzimas producidas por los hongos atacan a los carbohidratos, a las grasas y a las proteínas del grano deteriorando su calidad. La acidez de los granos, en estas condiciones se incrementa y la altitud para germinar decrece lenta o rápidamente hasta desaparecer. Se ha encontrado una gran variedad de hongos que producen toxinas en un punto de su ciclo de crecimiento; los géneros más comunes involucrados son: *Aspergillus*, *fusarium*, *penicillium* y *claviceps* (López, 2007).

La producción de FVH se ha desarrollado con diferentes semillas, en un estudio realizado en Venezuela se reportan diferentes densidades de siembra (DS) de

semilla de maíz a 1.5, 2 y 2.5 kg/m<sup>2</sup> obteniendo mejores resultados en rendimiento a razón de 2 kg/m<sup>2</sup> con 18.75 ± 1.05 kg/FVH/m<sup>2</sup> y una conversión de 9.37 lo que representa que por cada kg de semilla de maíz produjeron 9.37 kg FVH y en contenido de proteína cruda de 15.06 % lo que refleja la viabilidad de la utilización del maíz en el FVH para la alimentación animal (López *et al.* 2009).

Un estudio realizado en 2005 en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Guerrero con FVH en diferentes proporciones combinado con alimento balanceado en alimentación de conejos reporta mejores resultados en concentraciones 60% FVH y 40% alimento balanceado con pesos en 7 semanas de 1.908 kg lo que es aceptable debido a que el costo de la alimentación con FVH es más económica que la del balanceado (Nava *et al.* 2005).

Estudios realizados en 2012 en la Posta Zootecnia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, evaluaron la sustitución de alimento comercial por FVH en conejas reproductoras, utilizaron tres tratamientos, A= 100% alimento comercial, B= 25% FVH + 75% alimento comercial, C= 50% FVH + 50% alimento comercial, no hubo diferencias en número de gazapos destetados y en el peso al destete no se encontraron diferencias, en cambio el destete fue ligeramente superior en los tratamientos que recibieron FVH. Sin embargo, los costos de alimentación disminuyeron considerablemente al implementar el FVH (Ramírez y Cortés, 2012).

En otro estudio realizado en 2011 en el sector de conejos de la Posta Zootecnia, de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, utilizaron dos lotes de conejos en etapa de engorda en donde a un lote lo alimentaron con FVH y el lote testigo con alimento balanceado, con el objetivo de observar la ganancia de peso y consumo en ambos lotes, los resultados al consumo

fueron similares, pero en ganancia de peso fue mayor con alimento balanceado pero más costoso y en el caso del FVH los costos de alimentación fueron muy económicos con un 57.76% de ahorro (Lorenzo, 2010).

En otra Investigación realizada en 2010 en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo, se utilizaron dos lotes de conejos en la comparación de Forraje Verde Hidropónico deshidratado de cebada con alimento balanceado, los resultados obtenidos de esta investigación fueron: mayor la ganancia de peso de los conejos que fueron alimentados con alimento comercial y alcanzaron el peso para el sacrificio a las 6 semanas de engorda con un peso promedio de 2.000 kg, a comparación a los conejos alimentados con FVH deshidratado que alcanzaron a las 7 semanas de engorda un peso de 2.200 kg, una semana de diferencia y el costo de alimentación se redujo el 59.5%. En la producción de FVH utilizaron 1.8 kg de semillas de cebada, por cada charola produjeron 8 kg a los 15 días y deshidratado se redujo a 6 kg, el costo de las semillas de cebada fue de \$6.00 por Kg (López, 2010).

A pesar de los resultados reportados en 2005 por las investigaciones en FVH de la Universidad de Guerrero en donde los pesos obtenidos en 7 semanas de engorda no son satisfactorios ya que solamente alcanzan un peso de 1 kg de las 7 semanas de engorda, encontramos en las investigaciones realizadas en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo tanto en 2010, 2011 y 2012 se obtuvieron mejores resultados tanto en 100% FVH de trigo, 100% FVH deshidratado de cebada y en diferentes combinaciones de FVH con alimento balanceado por lo que es necesario realizar más investigaciones que aporten mejores elementos de la utilización de esta nueva tecnología que reduce costos de alimentación y es una alternativa de producción orgánica.

**Tabla 2: Contenido nutricional del FVH (trigo).**

Nutrientes	FVH	Requerimiento nutricionales en conejos
Energía digestible kcal	2600 kcal	2600 kcal
Proteína Bruta	18.28%	14%
Fibra Cruda	18.80%	18%
Grasa	2.0%	2%

Fuente: FVH (Lorenzo, 2010), requerimientos nutricionales en conejos (Kirchner Salinas *et al.* 2010).

La alimentación es el costo de producción más alta en una explotación, y el problema actual es el alza del costo de alimentación procesada. La producción de FVH tiene la característica de ser más económico, rápida producción y fresco. El forraje verde hidropónico es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (Juan, 2001).

El cultivo de FVH es una alternativa para alimentar diferentes especies de animales domésticos. Los sistemas de explotación intensiva además de mejorar la calidad de alimentación disminuye algunas enfermedades, este forraje lo consume el animal en pleno crecimiento, conservando todas sus vitaminas y enzimas digestivas y es apetecible por su color, sabor y textura (Martínez *et al.* 2011).

El cultivo de FVH consiste en producir en pequeños espacios, se emplea menor cantidad de agua para su producción y presenta menos problemas de plagas y enfermedades, se puede producir forraje diariamente durante todo el año programando su producción, no requiere de grandes superficies de tierras ni largos periodos de producción, además es una opción en lugares de poca disponibilidad de agua, en tierras no aptas para el cultivo o climas extremos (Romero *et al.* 2009).

El costo es más económico que el forraje convencional ya que necesita de menos mano de obra, menos tiempo de producción, menos maquinaria y menos trabajo para el riego, es un forraje de alta calidad superior a otros forrajes de alta palatabilidad para los animales y fácil digestión (Torrillo, 2009).

## **Alimentación en conejos**

La alimentación es una sustancia o un conjunto de sustancias que después de ser ingeridas, digeridas, absorbidas y metabolizadas son utilizadas para el mantenimiento y producción del animal, muchos de los componentes del alimento proveen de nutrientes como agua, carbohidratos, proteínas, grasas, minerales y vitaminas. La alimentación es uno de los factores más importantes en la explotación cunícola, muy frecuentemente algunas granjas que utilizan alimentos balanceados obtienen bajos rendimientos productivos, derivados de un inadecuado control de suministro de alimento y agua a los animales, los costos de alimentación constituyen aproximadamente el 65% de los costos totales de la explotación, los conejos son principalmente consumidores nocturnos, que requieren una gran cantidad de alimento durante la noche (López y Tirado, 1999).

Los conejos son herbívoros, poseen un solo estómago como los cerdos y los seres humanos y una porción grande de intestino, que al igual que los caballos se le llama intestino ciego, el intestino ciego es un área de crecimiento de bacterias, cuya función guarda cierta similitud con el rumen de los rumiantes, aunque existen notables diferencias entre ambos órganos, esta característica del intestino ciego ejerce influencia directa en el proceso digestivo, los requisitos nutritivos y los tipos de alimentos que los conejos pueden utilizar (Rodríguez, 1999). Respecto a los alimentos naturales que se le proporciona al conejo, se puede 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, cacahuete, frijol, etcétera (Cruz *et al.* 2010).

**Necesidades nutritivas básicas.** Las necesidades nutricionales se definen como las cantidades mínimas de nutrientes que deben de estar presentes en la dieta, para que los conejos se puedan desarrollar y reproducir normalmente (Kirchner *et al.* 2010).

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 se necesita 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 de la dieta son indispensables para mantener la flora bacteriana del ciego, ya que si el nivel de fibra no es el adecuado se ve modificado el PH, y por lo consiguiente se elevan las poblaciones de clostridia y de *Escherichia coli*, lo que puede ocasionar problemas de salud graves (Cruz *et al.* 2010).

**El agua.** Posee infinitas cualidades para todo organismo vivo, pues es considerado el disolvente universal, es vehículo de transporte, de entrada y eliminación además regula eficazmente la temperatura del animal (Pascual, 1992). 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 tal cual su suministro constante para el animal es vital, influyen tres factores: rendimiento y necesidades individuales, clase de pienso y temperatura (Scheelje *et al.* 1976). Un aspecto importante a tomar en cuenta al momento de la adquisición de pienso es no adquirir a precio de agua. A más humedad el pienso, menos valor nutritivo y más predisposición a enmohecerse (Cruz *et al.* 2010).

**El hidrato de carbono.** Son sustancias orgánicas compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno, estos son sintetizados por las plantas a partir del bióxido de carbono y agua, utilizando la energía solar (Rodríguez, 1999).

Considerado como la más importante fuente de energía, el hidrato de carbono posee 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: polisacáridos vegetales: almidón, celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas, polisacáridos animales: glucógeno, oligosacáridos: lactosa y sacarosa, monosacáridos: glucosa, galactosa y 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 (Cruz *et al.* 2010).

**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 puede 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) (Brenes *et al.* 1977).

**Extracto Libre de Nitrógeno (E: L: N).** Son sustancias que producen calor y energía de movimiento está compuesto por azúcares en particular glucosa, almidón o fécula, así como vitaminas (Roca, 2005).

**Las proteínas.** Son 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: estructural (colágeno y queratina), reguladora (insulina y hormona del crecimiento), de transporte (hemoglobina), de defensa (anticuerpos), 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 estos tengan un funcionamiento adecuado (Ramírez y Cortés, 2012).

**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, las grasas son sustancias insolubles en agua, son excelentes aislantes separadores, las grasas están formadas por ácidos grasos.

Funciones de los lípidos.

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

Principales lípidos: saponificables: ácidos grasos, acilgliceridos y fosfogliceridos.  
Insaponificables: esteroides, terpenos y prostaglandinas (Cruz *et al.* 2010).

**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 encuentran en

numerosos productos y de igual manera se pueden proporcionar en forma directa de sales minerales a fin de complementar la dieta, las funciones que cumplen los minerales son estructurales: estructuración de huesos y dientes donde encontramos calcio, fosforo, magnesio y homeostáticas. Control de pH presión osmótica equilibrio acido-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 (Cruz *et al.* 2010).

**Las vitaminas.** Son sustancias esenciales para el organismo, se encuentran presentes en pequeñas cantidades en los alimentos y sus efectos trascendentales, como se evidencia frente a una carencia o de lo contrario también en un exceso (Domínguez *et al.* 2010). Las vitaminas se agrupan en dos series según su solubilidad en agua o grasas: a) Liposolubles: vitamina A o retinol (antixerofthalmica), vitamina D3 colocalciferol (antirraquítica), vitamina E o tocoferol (antiesterilidad) y vitamina K o menadiona (antihemorrágica). B) Hidrosolubles: vitamina B1 o tiamina (antineurítica), vitamina B2 o riboflavina o lactoflavina, vitamina B3 o ácido pantoténico, vitamina B6 o piridoxina o adermína, vitamina B12 o cianocobalamina, vitamina PP o niacina (ácido nicotínico), vitamina H o biotina, vitamina C o ácido ascórbico, vitamina N o ácido fólico y colina o bilineurina (Cruz *et al.* 2010).

**Los aditivos.** No son propiamente alimentos ni nutrientes, son sustancias que influyen favorablemente en él, ya que tiene varios efectos, se les puede clasificar en: a) comunes: estos aditivos no poseen toxicidad ni acción residual en el producto, dentro de estos encontramos antioxidantes, pigmentos, colorantes, conservadores, aglomerantes, antiaglomerantes, saborizantes, aromatizantes y emulsionantes, b) especiales: modifican, mejoran o incrementan las producciones, algunos pueden actuar sobre la digestión y algunos otros sobre el metabolismo, en esta clasificación encontramos acidificantes, isoácidos, antimetanogénicos, probióticos, enzimas,

sustancias antitiroideas, anabolizantes, hormonas del crecimiento o somatropinas y B-agonistas, c) prescritos: poseen un uso terapéutico incorporado bajo control veterinario, y podemos encontrar antibióticos y coccidiostáticos (Cruz *et al.* 2010).

**Calidad de alimento para conejos.** La cría de conejos en un sistema intensivo requiere de un sistema de alimentación adecuado, esto buscando que el alimento posea la calidad que requieran estos animales para su buen desempeño en cada etapa de producción a través de un correcto equilibrio entre energía, proteínas, fibra, y en general en calidad de materias primas, un alimento balanceado de calidad proveerá de lo necesario al animal, lo que le permita crecer, desarrollarse y reproducirse adecuadamente, para constatar la calidad nutricional del alimento se requiere hacer un análisis bromatológico del mismo periódicamente, con el fin de que se acierte en que posee los rangos adecuados en cuanto a los diferentes nutrientes necesarios en la alimentación de los conejos, en casos de que se pueda presentar problemas de origen nutricional, estos pueden ser a consecuencia ya sea de una deficiencia, ausencia o en todo caso un exceso de algún ingrediente en particular, o bien que haya carencia de calidad de los ingredientes utilizados, algunos trastornos que se pueden ocasionar a causa de estas carencias o defectos del alimento pueden tener consecuencia menos graves, como son: pérdida de peso, bajo índice de conversión, susceptibilidad a presentar trastornos gastrointestinales (diarreas, modificación de pH del ciego, entre otras), problemas reproductivos (disminución de la actividad reproductiva baja fertilidad) y enfermedades en general que afectan el correcto desarrollo de los animales (distrofias) (Lorenzo, 2010).

**Evaluación de la calidad de alimento.** Esta se debe comprobar mediante la evaluación en laboratorio, los exámenes que se le deben realizar son las siguientes: Microbiológico: este tipo de análisis se efectúa para identificar posibles contaminaciones de origen microbiológica (especialmente coliformes), los niveles de coliformes que deben poseer para estar en un nivel considerable es el de no más de

diez coliformes por gramo ni exceder a los cinco mil microorganismos viables por gramo, no deberá estar contaminado con salmonella spp, ni con E. coli de tipo 1. Fisicoquímico: para destacar presencia de metales pesados, aflatoxinas o agentes químicos diversos. Bromatológico: este análisis nos permite determinar los nutrientes que poseen el alimento y sus proporciones. Aminograma: sirve de complemento ante el examen bromatológico, ya que nos da la calidad de proteína que el alimento posee (Cruz *et al.* 2010).

Otro factor a tomar en consideración para garantizar un buen desempeño de los animales a consideración del alimento es la calidad en el almacenamiento del alimento, pues de ella depende la conservación y la integridad de nutrientes del mismo, además de que un correcto almacenaje previene la aparición de organismos o partículas indeseables en el alimento, que después puedan provocar trastornos en los animales. Cuando se adquiere un lote de alimento balanceado se deben tomar en cuenta varios aspectos respecto al control del mismo: recibir bultos completamente cerrados para evitar contaminaciones de cualquier tipo, observar fecha de elaboración, ya que cuanto más tiempo tengan de haber sido elaborados, mayores alteraciones en los nutrientes las grasas se enrancian, las vitaminas se degradan entre otras, revisar cualidades organolépticas del alimento, debe clasificarse cada bulto por fechas de elaboración para usar primero los menos recientes. Los bultos no deben entrar en contacto directo con el suelo, evitar el sobre peso de los bultos para evitar la pulverización del alimento contenido, controlar las plagas en el sitio o bodega donde se almacene el alimento y evitar el exceso de humedad en el ambiente del almacén del alimento el lugar debe ser un área seca, fresca y ventilada (Cruz *et al.* 2010).

**Tabla 3: Requerimientos nutricionales de los conejos de engorda.**

Nutrientes	Requerimientos
Energía digestible Kcal	2600
Proteína bruta	12-14%
Fibra bruta	14-18%
Grasa	2%
Calcio	0.60%
Fosforo	0.40%
Lisina	0.60%
Metionina+cistina	0.50%
Arginina	0.65%
Triptófano	0.12%

Fuente: (Roca, 1980).

Una hembra vientre en plena reproducción debe consumir en promedio 50 kg de alimento balanceado por lapso interparto, el sistema digestivo de conejo presenta particularidades importantes respecto a otras especies domésticas, entre ellas encontramos los siguientes: el intestino delgado del conejo (adulto) mide unos tres metros de largo. Hay unos mecanismos de separación de partícula en el nivel del ciego y del colon proximado que son fundamentales para la producción de 2 tipos de heces (heces duras y heces blandas), el ciego es una estructura primordial en el aparato digestivo del conejo ya que representa alrededor de 50% del volumen del aparato digestivo, y en él se forman los cecotrofos o heces blandas (Romero, 2008).

La cecotrofia es un sistema de redigestion de los alimentos único en los conejos y las liebres. Con la ingestión de los cecotrofos, o heces blandas, se aporta a su dieta 15% de la proteína que se necesitan diariamente aparte de vitaminas (principalmente las del complejo B), minerales y otros nutrientes o partículas que no fueron digeridas anteriormente, la excreción de estos cecotrofos depende del consumo de materia

seca en la dieta y con base en otros componentes de esta, la toma de estas heces la realiza directamente del ano, principalmente en horas de tranquilidad (Lebas, 1990).

En situaciones de estrés los conejos no realizan la cecotrofia, los cecotrofos suponen alrededor de la tercera parte de las heces totales (es decir unos 20-25 g diarios de materia seca), contienen más agua (alrededor de 65%) que las heces duras (que poseen 40%) y son ricos en proteína microbiana y ácidos grasos volátiles, la composición media de los cecotrofos es de 25% de proteína y 20% de fibra bruta, contrario de las heces duras, que contienen menos de 10% y 30% de fibra bruta, la fibra contenida en el alimento solo puede ser digerida a través de la fermentación microbiana en el tracto digestivo, especialmente la porción del ciego, los productos de digestión de la fibra modifican el medio en el que se desarrollan los microorganismos (pH principalmente) en un grado variable que depende del nivel y tipo de fibra de la dieta, muchos de los problemas digestivos en los conejos se deben a una inadecuada alimentación o un mal balance de nutrientes en el alimento. Algunas de las alteraciones que se presentan frecuentemente a causa de la inadecuada alimentación son las siguientes: la diarrea: probablemente es uno de los trastornos que se presentan con mayor incidencia en las granjas cunícolas, especialmente en los gazapos en época de destete, para evitar que esta alteración se presente se debe de tener mucha precaución en constatar la calidad del alimento o forraje y en aplicar las medidas de prevención y tratamiento adecuados.

El canibalismo se puede presentar después del parto, la coneja ataca y devora a sus crías, las causa más frecuente que incide en la aparición de esta anormalidad es la sed, luego del parto la coneja padece de sed intensa y si por alguna razón no encuentra agua disponible puede devorar una o varias crías de su nido, otra de las causas son las deficiencias nutricionales: si la ración alimenticia carece de un nivel adecuado de proteínas y calcio, la hembra se trastorna y busca devorar a sus crías por las deficiencias mencionadas, una causa más es el estrés: una tensión nerviosa

en la hembra provoca tal acto. La conejo busca desgastar sus dientes y la madera es el medio ideal para realizarlo. Sin embargo se debe presentar atención en la calidad del alimento, pues este acto puede realizarse por deficiencias de minerales o de fibra en el alimento (Cruz et al. 2010).

El conejo se come su propio pelo o el de los conejos vecinos y esto se puede producir por varias causas: deficiencia de fibra en el alimento, absorción deficiente de nutrientes por Coccidiosis o algún tipo de desequilibrio a nivel de la flora intestinal, mal funcionamiento del hígado o del aparato digestivo y estrés, puede presentarse en casos de que el alimento balanceado o forraje que se les proporciona a los animales se encuentre contaminado con malezas tóxicas para los conejos o que por un mal manejo alguna sustancia o partícula haya caído en el alimento balanceado o en su defecto en el comedero (Cruz *et al.* 2010).

## **Hipótesis**

Es posible alimentar a los conejos de engorda con forraje verde hidropónico con buenos resultados en velocidad de crecimiento y ganancia de peso con menores costos de producción que con alimento balanceado.

## **Objetivo general**

Evaluar la productividad y costo de alimentar conejos en engorda a base de FVH.

Objetivos Específicos.

- Evaluar la ganancia de peso, consumo y velocidad de crecimiento en conejos de engorda.
- Evaluar los costos a base de FVH comparados con los costos de la alimentación a base de alimento balanceado.

## **Materiales y Métodos**

La investigación se llevó a cabo en el sector de conejos de “La posta” perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ubicada en el municipio de Tarímbaro Michoacán, a la altura del km. 9.5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro (INEGI, 2000). Con las siguientes características fisiográficas

Latitud norte: 19° 40' 0”

Latitud oeste: 102° 9' 30”

Altitud sobre el nivel del mar: 1,875m

Temperatura mínima: 2.5°C media- 14°C máxima- 25. 1°C

Vientos dominantes: NRE

Lluvia total: 609.0 mm.

Heladas: diciembre - febrero.

(Observatorio meteorológico de Morelia Mich. 2012).

**Animales.** Se utilizaron 30 animales de destete para engorda (machos y hembras), con una edad de 30 días de las razas California, Nueva Zelanda, chinchilla y Azteca Negro.

**Alojamientos.** Se utilizaron 30 jaulas tipo Europea de alambre galvanizado de 79 cmx49xcmx30cm con provistas de bebedero individual y comedero de tolva con capacidad de 2 kilogramos los animales se pusieron en jaulas individuales.

**Tratamientos.** Se utilizaron 2 tratamientos el T1 alimento comercial y el T2 Forraje Verde Hidropónico de trigo se utilizó 15 animales en cada tratamiento.

**Identificación de los animales.** Individual en cada tratamiento con tarjeta naranja T1 y T2 amarillo en cada jaula.

Se pesaron diariamente el suministro de alimento, los rechazos y el consumo de alimento y la ganancia de peso semanalmente en ambos tratamientos con una báscula digital. Se empleó un software estadístico SPSS versión 19 para llevar un registro, análisis y procesamiento de resultados del todo el procedimiento. Se realizarán estudios de laboratorio tanto de la alimentación ambos tratamientos. Para la producción de FVH se fertilizo con producto orgánico (humus de las lombrices roja californiana).

### **Proceso de producción FVH.**

Se utilizó semilla de trigo lo cual se lavó bien y se desinfecto con cloro con una dosis de 2 ml/1litro de agua por 15 minutos, después se enjuago bien y se dejó remojando por un periodo de 24 horas en una cubeta con capacidad de 20 litros terminado este periodo, la semilla se extendió en las charolas con una medida de 40cm x 60 cm, se tapó las charolas con una tela para evitar la entrada de luz y favorecer la germinación, después se pasó a una área de germinación dentro de un invernadero rustico de medidas 2.5 X 3 metros, con estantería, las charolas se permaneció tapado y se mantuvo húmedo por cuatro días. Al día 5 se destaparan y se dejó en los estantes hasta el día de la cosecha que fue a los 12 días. Se rego dos veces al día hasta el día 10, se fertilizó con lixiviado de lombriz californiana con riego directo del día 5 hasta el día 10. Se rego manualmente con un regadera de plástico para jardín con 2 litros de agua y 1 litro de lixiviado de lombriz por charola diaria. La densidad de siembra fue de 4.2 kilogramos de semilla en seco por m<sup>2</sup>.

## Resultados y discusión

**Tabla 4: Análisis bromatológico de FVH de trigo (en base seca).**

Determinación/muestra	Hidroponía
Humedad g%	86
Materia seca g %	13.70
Extracto etéreo (grasa) g%	0.44
Fibra cruda g%	18.80
Proteína cruda g %	18.29
Cenizas (minerales g %	3.54
E.L.N. carbohidratos g %	58.93

Fuente: laboratorio de nutrición y análisis de alimentos de la FMVZ-UMSNH.

Los resultados obtenidos en el análisis bromatológico, el FVH contiene 16.54% de proteína a base de 88 % de materia seca de proteína, es superior al contenido que contiene un alimento comercial.

**Tabla 5: Análisis bromatológico de alimento comercial (en base fresca).**

Determinación/muestra	Alimento comercial
Humedad g%	12
Materia seca g %	88
Extracto etéreo (grasa) g%	2.5
Fibra cruda g%	16
Proteína cruda g %	16
Cenizas (minerales g %	10
E.L.N. carbohidratos g %	43

Fuente: laboratorio de nutrición y análisis de alimentos de la FMVZ-UMSNH.

**Tabla 6: Peso promedio inicial y final de los tratamientos**

Variable	Comercial (T1)	FVH (Trigo) (T2)
Peso inicial (g)	811.7	761.7
Peso final (g)	2186.0	2005.0

En la tabla nos muestra los pesos iniciales y finales de los dos tratamientos en donde el peso promedio inicial del T1 fue de 811.7 gramos y el T2 con un peso promedio inicial de 761.7 gramos con una diferencia de 50 gramos con el alimento comercial. Y el peso de los ambos tratamientos final con una diferencia de .181 gramos.

**Tabla 7: Comportamiento productivo.**

	<b>FVH</b>		<b>Alimento comercial</b>		<b>E.E</b>	<b>N.S</b>
	$\bar{x}$	$\pm S$	$\bar{x}$	$\pm S$		
Ganancia (g).	30.32 <sub>b</sub>	5.13	39.26 <sub>a</sub>	4.59	1.205	.000026
Consumo (g).	43.37 <sub>b</sub>	3.92	95.48 <sub>a</sub>	12.09	5.100	.000000
E.C.A (kg/kg)	1.46 <sub>b</sub>	0.27	2.44 <sub>a</sub>	0.24	0.101	.000000
% de rendimiento en canal	59.32 <sub>b</sub>	4.93	64.02 <sub>a</sub>	3.95	.913	.0075

<sup>ab</sup> Diferente literal en la misma línea indican las diferencias estadísticas.

En la tabla nos muestra el promedio, desviación estándar, error estándar de los tratamientos. En base de 88% de materia seca (MS). Para estandarizar la materia seca tanto en el FVH y en el alimento comercial.

**Ganancia de peso.** En los resultados estadísticos se obtiene una ganancia de peso favorable para T1 39.26<sub>a</sub> gramos con una desviación estándar de 4.59 debido a que tiene un mayor consumo de alimento lo que se reflejó en una mayor velocidad de crecimiento terminando su engorda en 35 días por su parte la ganancia de peso en el T2 fue de 30.32<sub>b</sub> gramos con una desviación estándar de 5.13 en promedio diario que no es mala si consideramos que se alcanzó el peso ideal de sacrificio a los 41 días de engorda que se encuentra dentro de los tiempos normales de engorda en granjas.

**Consumo de alimento.** El consumo de alimento base materia seca (88%) en promedio en la etapa de engorda para fue de T2 43.37<sub>b</sub> gramos con una desviación estándar de 3.92 y para el caso de T1 fue de 95.48<sub>a</sub> gramos con desviación estándar de 12.09 por lo que se observa claramente un consumo menor para T2 ocasionado probablemente por ser un alimento más voluminoso que T1 y se encuentra una limitante con la capacidad gástrica de los conejos, sin embargo se refleja un mejor aprovechamiento como se observa en la E.C.A.

**E.C.A Kg/Kg.** la eficiencia en conversión alimenticia en T1 fue de 2.44<sub>a</sub> con una desviación estándar de 0.24 y la eficiencia para T2 fue de 1.46<sub>b</sub> con desviación estándar de 0.27 lo que refleja una ventaja favorable de T2 sobre T1 debido al mayor porcentaje de nutrientes como la proteína cruda tanto en base húmeda como en base seca y probablemente a una mayor digestibilidad para T2 que T1 lo que refleja una mejor conversión alimenticia. El ahorro en costo de alimentación que se redujo

en casi un 50% y aunque tardan 6 días más en alcanzar el peso de sacrificio es dentro del rango de 70 días para llevar a rastro un conejo en México.

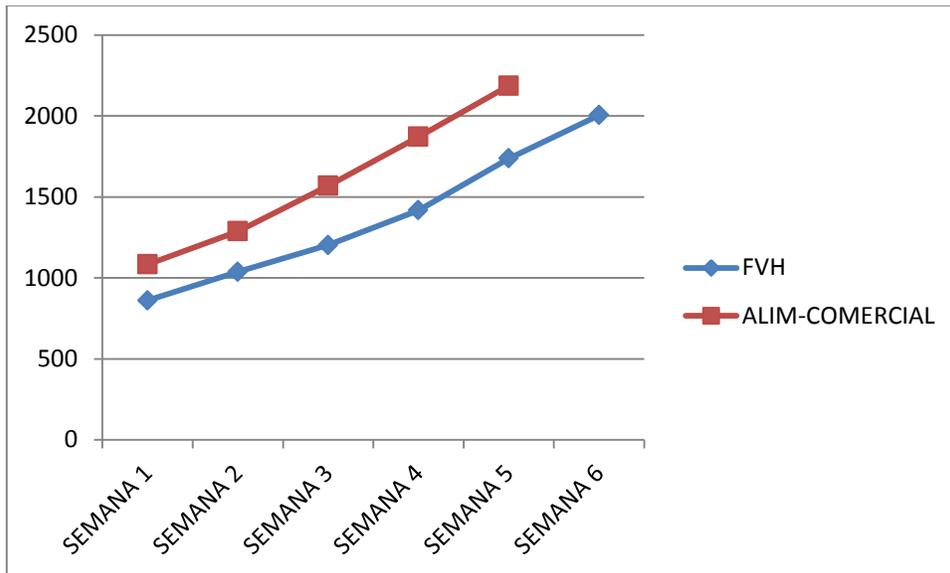
**En rendimiento en canal.** En ambos tratamientos hay diferencias, para T1 64.02<sub>a</sub> con una desviación estándar de 3.95 y T2 59.32<sub>b</sub> con una desviación estándar de 4.93 pudiendo atribuirse la diferencia a que en el momento del sacrificio el contenido gástrico del FVH es más voluminoso y se reflejó en los pesajes.

**Tabla 8: Peso promedio semanal.**

Semanas	Alimento comercial (kg.)	FVH (kg.)
1	1.083	.861
2	1.287	1.037
3	1.568	12.02
4	1.871	1.417
5	2.186	1.737
6		2005

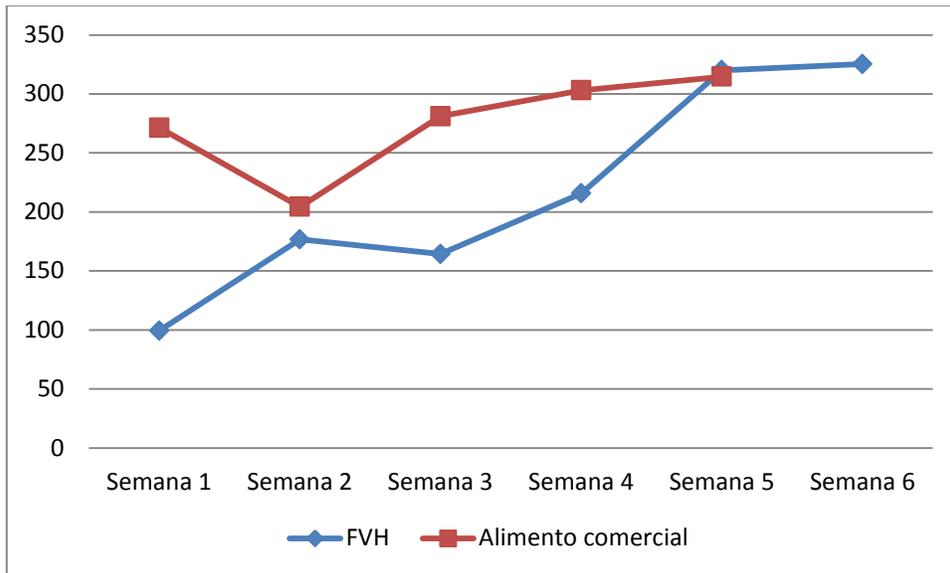
En la tabla nos muestra el peso promedio semanal de los tratamientos. Los conejos alimentados con FVH de trigo alcanzaron el peso promedio para sacrificio a los 41 días con un peso de 2005 kilogramos a comparación con el alimento comercial a los 35 días con un peso de 2186 kilogramos. Es posible que los resultados obtenidos es debido a que fueron colocados los animales en jaulas individuales por lo que no se presenta competencia ni dominancia que limite la alimentación. En ambos tratamientos se presenta una mejora respecto a investigaciones anteriores que alcanzaron a los 49 días con un peso de 2.000 kilogramos realizado por (López, 2010), otra investigación realizado por (Lorenzo, 2010) alcanzo el peso al sacrificio a los 49 días.

**Grafica 1: Peso promedio semanal.**



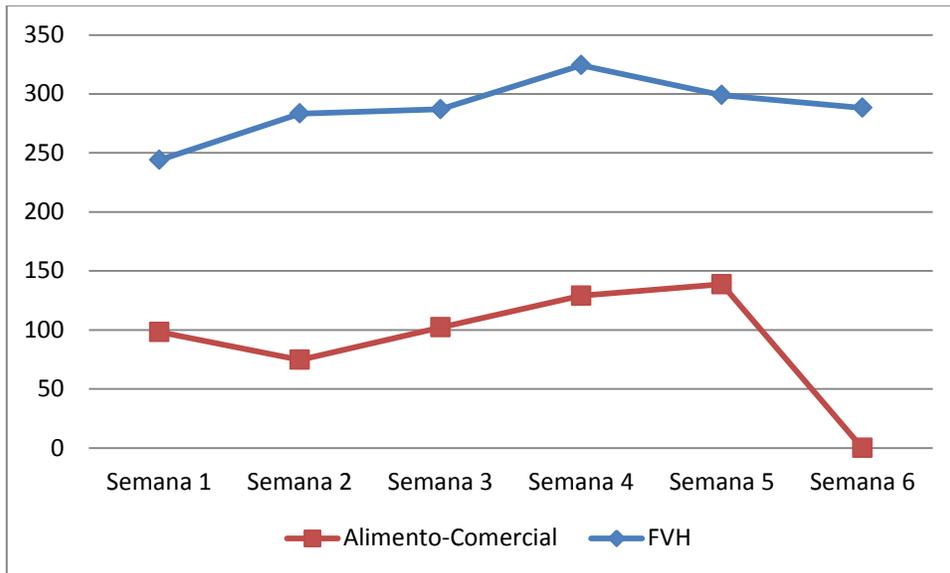
En la gráfica nos muestra el peso promedio semanal de los ambos tratamientos donde se observa el incremento de peso semanalmente. El T1 ganó más peso y alcanzó el peso para el sacrificio a los 5 semanas en engorda a comparación de T2 a los 6 semanas en engorda.

**Grafica 2: Ganancia de peso semanal.**



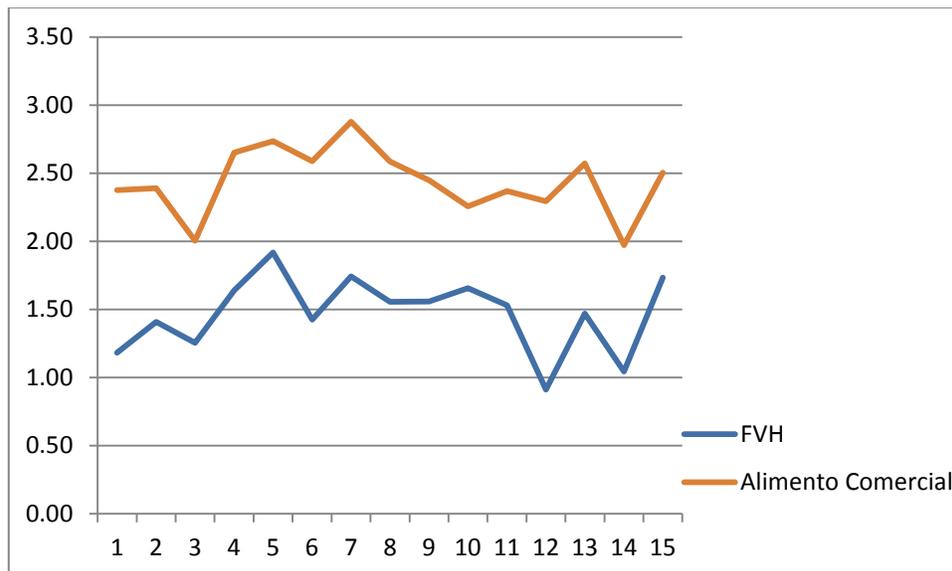
En la gráfica nos muestra la ganancia de peso promedio semanal de los ambos tratamientos en donde el T1 en la semana 2 disminuyó ligeramente, y en la semana 3 y 5 fue aumentando la ganancia de peso. A comparación con el T2 en la semana 2 fue ganando peso, hasta la semana 3 donde se disminuyó ligeramente y en la 4,5 y 6 fue ganando aumentando la ganancia de peso. En ambos tratamientos disminuyeron la ganancia de peso, T1 en la semana 2 y T2 en la semana 3 debido a cambio de alimentación y adaptabilidad de alimentación.

**Grafica 3: Consumo diario promedio semanal.**



En la gráfica nos muestra el consumo promedio semanal de ambos tratamientos en T1 en la semana 2 fue menos a comparación con las otras semanas y en T2 de la semana 2 fue aumentando el consumo hasta en la semana 3 disminuyó ligeramente estos cambios es debido a cambio de alimentación y adaptabilidad en ambos tratamientos.

**Grafica 4: eficiencia de conversión alimenticia.**



La eficiencia en conversión alimenticia es de 2.44 con desviación estándar de 0.24 para T1 y 1.46 con desviación estándar de 0.27 para T2 lo que refleja una ventaja favorable a T2, se debe que el FVH contiene alto valor nutritivo.

**Tabla 9: Costos de la engorda.**

tratamiento	Núm. animales	días	Precio por kilo	Costo total \$
Alimento comercial (T1)	15	35	\$ 7.425	\$411.255
FVH (T2)	15	41	\$1.272	\$212.637

La tabla nos muestra el T2 (alimentando los conejos con FVH de trigo al 100%) se redujo el 42.88 % el costo de alimentación a comparación con el alimento comercial, nos indica que es una alternativa para la engorda de los conejos y gran opción para

los productores lo cual compensa los resultados inferiores en algunos aspectos como ganancia de peso y en consumo de alimento puesto que al ser T2 una alimentación más económica los productores pueden esperar 6 días más engordando conejos con FVH sin problemas ni de la calidad de la canal ni en otros aspectos productivos puesto que el ahorro económico es muy significativo por lo que se paga el esfuerzo adicional realizado.

**Tabla 10: Comparación de los costos de la engorda.**

Tratamientos	Consumo total (kg)	precio por kg de alimentación	Costo total de la engorda (\$)	Costo por kilogramo ganado \$
T1	55.388	\$ 7.425	\$411.255	19.94
T2	167.168	\$1.272	\$212.637	11.39

**Costos de alimentación.** El costo de alimentación en los días de engorda para alimento comercial fue de 411.255 pesos a comparación con el tratamiento de FVH con un costo de alimentación fue de 212.637, en costo por kilogramo ganado en T1 fue de 19.94 pesos a comparación de T2 11.39 pesos ahorrando el 42.88 % en la engorda esto nos indica que es una gran alternativa para productores para reducir los costos de alimentación.

**Producción de FVH.** Por cada 1.00 kilogramo de semilla de trigo seco se obtuvo 6.00 kilogramos en promedio de Forraje verde.

En la investigación se comprobó que el material más adecuado para la producción de FVH es tapándola con tela para que mantenga la humedad y destapar hasta el día 5 comparación de los otros materiales (cartón y bolsa de costal).

La cosecha óptima del forraje verde hidropónico de trigo se realizó a los 12 días de germinación es donde presenta mejor contenido nutricional. En el estudio bromatológico se corrobora el valor nutricional reportado por investigaciones de otros autores, en proteína cruda tiene un contenido de 18.29% nos indica que es ideal para la alimentación de los conejos de engorda basando al requerimiento del conejo en esta etapa que es el 12 a 14% de proteína cruda, la densidad de siembra fue de 4.2 kg de semilla en seco por 1 metro cuadrado se utilizó charolas con medida de 40x60 cm lo cual se obtuvo un promedio de 6 kilogramos FVH. Se regó dos veces al día hasta el día 10 y se dejó 2 días sin regar antes de suministrarle al conejo.

## Conclusión

En los resultados obtenidos en la investigación y en el análisis bromatológico el FVH contiene el 16.54% en base 88 % de materia seca de proteína es superior al contenido que contiene un alimento comercial.

La alimentación de conejos con forraje verde hidropónico de trigo es una gran opción para la engorda de conejos. Contiene un alto valor nutritivo y demostró una buena opción para disminuir el costo de producción, disminuyendo los costos por concepto de alimentación en un 42.88 % y este tipo de alimentación es una excelente opción para los productores comerciales o pequeños productores.

La cosecha optima del FVH es a los 12 días de germinado por su alto contenido nutritivo para los animales.

La técnica de producción de FVH se presenta en diversas modalidades, en realidad cualquier cuidado y consideración que se le tenga, se traduce en una mejora en la producción, por lo que los valores en lo que el FVH es inferior se compensan por su bajo costo de producción y buenos resultados en eficiencia en conversión alimenticia.

Por lo que se cumplen los objetivos planteados al estandarizar la técnica de producción de FVH, evaluar los costos en donde se encuentra la mayor ventaja competitiva del T2 lo que hace viable esta alternativa propuesta para productores de conejos al haber evaluado la ganancia de peso, consumo y velocidad de crecimiento de ambos tratamientos siendo aceptables los valores de T2 por lo que se recomienda su uso en engorda de conejos cumpliéndose de igual modo la hipótesis planteada.

## Bibliografía.

Agriculture, U.S.D., (2012). <http://hidroponia.itgo.com/Hidrop1.htm>. [En línea] Disponible en: <http://hidroponia.itgo.com/Hidrop1.htm> [Último acceso: 20 10 2012].

Andrez G., G., 1992. *Cultivos Herbaceos Extensivos*. 5th ed. Madrid: Mundi-Prensa.

Anon., 2010. [www.consultoriaduran.com](http://www.consultoriaduran.com). [En línea] Disponible en: <http://www.consultoriaduran.com/quienes.html> [Último acceso: 07 02 2013].

Brenes Paya, A., Brenes Paya, J. & Pontes Pontes, M., 1977. Alimentación. *UAB*, pp.117-27.

Chacon Díaz, A.G. & Blanco Rodriguez, J.M., 1999. *Manuel practico para la formación de abono organico utilizando lombrices*. San Jose: Garcia hermanos impresiones.

cosechando natural, 2009. *cosechando natural*. [En línea] Disponible en: [http://www.cosechandonatural.com.mx/guia\\_sistemas\\_de\\_riego\\_guia32.html](http://www.cosechandonatural.com.mx/guia_sistemas_de_riego_guia32.html) [Último acceso: Viernes Enero 2013].

Cruz Hernández, Á.R., Huerta Martínez, L.M. & Lugo Ramírez, V., 2010. *Conejo manual de producción comercial*. Morelia: Papiro Omega.

Domínguez Carrillo, H., Barrios Gonzales, V. & Perez Fernandez, Y., 2010. fisiología digestiva y nutrición en la especie cunicula. *Universidad de Matanzas-Cuba*, pp.1-23.

Elizondo, J., 2005. Forraje Verde Hidropónico una alternativa para la Alimentación Animal. *ECAG*, 1(1-34), pp.37-40.

Geler, A., 2010. Compostadores. pp.1-2.

Gómez Hidalgo, M.I., 2007. *Evaluación de Forraje Verde Hidropónico de Maiz y Cebada con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes (Tesis de Licenciatura)*. Riobamba, Ecuador: Ciencias Pecuarias Escuela superior Politécnica de Chimborazo.

Guerrero Garcia, A., 1992. *Cultivos Herbaceos Extensivos*. 5th ed. Madrid: Mundi-Prensa.

Infoagro, 1997. [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). [En línea] Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm> [Último acceso: Martes Enero 2013].

Izquierdo, J., Sánchez C., A. & Izquierdo J., J., 2001. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. *FAO*, pp.6-68.

Juan Izquierdo, 2001. El forraje verde hidropónico (FVH) como tecnología apta para pequeños productores agropecuarios. *FAO*, pp.6-14.

Juarez López, P. et al., 2011. Estructuras Utilizadas en la Agricultura Protegida. *Fuente*, pp.21-27.

Kirchner Salinas, F.R. et al., 2010. *Conejos*. 4th ed. Mexico: Trillas.

Leandro Arano, C., 2010. Producción de Forraje Verde Hidropónico.

Lebas, F., 1990. Relaciones entre el alimento y patología digestiva en el conejo en el crecimiento. *castanet-tolosan*, pp.13-17.

López A., F., 2010. *Comparacion de Forraje Verde Hidropónico Deshidratadi de Cebada con Alimento Balanceado en Conejos de Engorda de la FMVZ (tesis de Licenciatura)*. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.

López Aguilar , R., Murillo Amador , B. & Rodriguez Quesada, G., 2009. El forraje verde hidropónico una alternativa de produccion para el alimento de ganado en zonas aridas. *Interciencia*, pp.121-26.

López Aguirre, F., 2010. *Comparacion de Forraje Verde Hidropónico Deshidratadi de Cebada con Alimento Balanceado en Conejos de Engorda de la FMVZ (tesis de Licenciatura)*. Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

López García, J.L., 2007. *Evaluacion de soluciones nutritivas en el rendimiento y calidad de forraje verde hidropónico(tesis)*. Morelia Michoacan: Instituto Tecnológico del Valle de Morelia.

López Pérez, E. & Tirado Estrada, G., 1999. *El Conejo una opcion alimentaria*. 1st ed. Mexico: Exodo.

Lorenzo F., H., 2010. *Forraje verde hidropónico para alimentar conejos (Tesis de licenciatura)*. Morelia, Mexico: Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Lorenzo Flores, J.H., 2010. *Forraje verde hidropónico para alimentar conejos (Tesis de licenciatura)*. Morelia, Mexico: Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Martínez Cerdas, C., 2005. Lombricultura.

Martinez Garcia, a., Domínguez Gomez, E. & Salinas Perez, p.s., 2011. Manual para producir forraje verde hidropónico. *Tecnocampo*, pp.1-9.

Nava Noriega, R., Nava Savaleta, J. & Cordoba Izquierdo, A., 2005. Alimento balanceado-forraje verde hidropónico en la alimentación (orictolagus cuniculus). *REDVET*, VI(10), pp.1-4.

Navarrete Flores, O., 2008. *Estudio de la productividad de dos gramíneas (Hordeum vulgare y Triticum aestovum) y una leguminosa (Vicia ssp) para forraje verde hidropónico (FVH) con tres cortes sucesivos en la granja ECAA (Tesis de Licenciatura)*. Ibarra-Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Pascual, 1992. *Cria del conejo para carne*. Buenos Aires: Albatros.

Pineda Rodriguez, J.A., 2006. Lombricultura. *Pasolac*, pp.4-35.

Ramírez Morales, F. & Cortés Venegas, F.J., 2012. *comparacion productiva y reproductivas en conejas utilizando dos niveles de sustitutos de alimento convencional por forraje verde hidropónico (50% y 25%) (Tesis de Licenciatura)*. Morelia, Mexico: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Ramírez Morales, F., Cortés Venegas, F.J., Garcia Valladares, A. & Cruz Hernandez, A.R., 2011. Comparacion productiva y reproductiva en conejas utilizados dos niveles de sustituto de alimento convencional por forraje verde hidropónico (50% y 25%). *XXI Encuentro de Investigacion Veterinaria y Produccion Animal*, pp.70-77.

Robles Sanchez, R., 1975. *Produccion de granos y forrajes*. Primera ed. Monterrey Nuevo León-México: Limusa.

Roca, 1980. *Tratado de cunicultura, principios basicos, mejora seleccion y alimentacion*. Barcelona España: Tecnograf.

Roca, T., 2005. <http://www.conejos-info.com/>. [En línea] Disponible en: <http://www.conejos-info.com/categor%C3%ADa/Alimentacion/> [Último acceso: Miercoles Febrero 2013].

Rodriguez Pastrana, H., 1999. *Nutricion de los conejos*. 1st ed. Puerto Rico: Colegio de ciencias agricolas.

Romero Valdez , , Cordoba Duarte, G. & Hernandez Gallardo, E.O., 2009. Produccion de forraje verde. *Redalyc*, pp.11-19.

Romero, C., 2008. Importancia de la cecotrofia en el conejo. *Boletin de cunicultura*, pp.53-56.

Sagarpa, 2010. *www.sagarpa.gob.mx*. [En línea] Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Paginas/default.aspx> [Último acceso: Miercoles Enero 2013].

Samperio Ruiz, G., 2008. *Hidroponía Facil*. Primera ed. Mexico: Diana.

Sánchez Cortazzo, A. & Izquierdo, J., 2001. Manual Tecnico Forraje Verde Hidropónico. *FAO*, pp.6-68.

Scheelje, R., Niehaus, H., Werner, K. & Kruger, A., 1976. *Conejos para carne*. España: Acribia.

Torrillo Olivas, H., 2009. *www.forrajehidroponico.com/art003.htm*. [En línea] Disponible en: [www.forrajehidroponico.com/art003.htm](http://www.forrajehidroponico.com/art003.htm) [Último acceso: 17 02 2012].

## Anexos, gráficas y fotos.

Identificación de los animales.





**Ganancia de peso promedio ambos tratamientos.**

Jaulas	Alimento comercial (gr.)	FVH (gr.)
1	38.28571429	32.43902439
2	36	30.24390244
3	38.14285714	30.97560976
4	31	29.26829268
5	34.85714286	25.73170732
6	45.57142857	34.75609756
7	38.42857143	23.53658537
8	41.42857143	28.53658537
9	45	27.43902439
10	43.42857143	26.09756098
11	38.57142857	30.48780488
12	35.71428571	43.65853659
13	34.42857143	27.31707317
14	47	37.31707317
15	41.14285714	27.07317073

**Peso al sacrificio T1 (35 días) y T2 (41 días)**

Jaulas	Alimento comercial (gr.)	FVH (gr.)
1	2215	2130
2	2060	2040
3	2135	2070
4	2010	2000
5	2145	1880
6	2520	2225
7	2170	1690
8	2350	1870
9	2275	1850
10	2320	1870
11	2150	2000
12	1950	2490
13	2005	1920
14	2345	2130
15	2140	1910

**Peso en canal de ambos tratamientos T1 (35 días) y T2 (41 días).**

Jaulas	Alimento comercial (gr.)	FVH (gr.)
1	1440	1300
2	1320	1240
3	1260	1260
4	1200	1230
5	1275	1200
6	1625	1355
7	1390	1000
8	1445	1200
9	1430	1100
10	1420	1090
11	1450	1105
12	1440	1485
13	1355	1085
14	1465	940
15	1450	1230

**Fotos de la produccion de FVH de trigo.**



Foto 1.Eleccion de la semilla (Semilla certificada)



Foto 2: lavado de la semilla con desinfectante.



Foto 3: siembra



Foto 4: germinador.



Foto 5: día 3 de después de la siembra



Foto 6: día 5



Foto 7: día 6



Foto 8: día 7



Foto 9: día 8



Foto 10: día 9



Foto 11: día 10



Foto 12: día 12 cosecha.



Foto13: suministrado de FVH a los conejos.



Foto 14: riego manual.