

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DECIENCIA ANIMAL**



**DETERMINACION DE VALORES NUTRIONALES INVITRO DEL FORRAJE VERDE  
HIDROPONICO PRODUCIDO CON AVENA FORRAJERA EN CONDICIONES DE  
CRECIMIENTO SEMI INTENSIVO Y EN PRESIDENCIA Y AUSENCIA DE  
FERTILIZANTE**

**POR:**

**MARIO ANTONIO CANIZAL CASTAÑEDA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**ÉL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIOZOOTECNISTA**

**TORREÓN COAHUILA, MÉXICO**

**JUNIO2012**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

" ANTONIO NARRO" U.L.



"Determinación de los valores nutricionales *invitro* del forraje verde hidropónico producido con avena forrajera en condiciones de crecimiento semi intensivo y en presencia y ausencia de fertilizante".

POR:

MARIO ANTONIO CANIZAL CASTAÑEDA

TESIS

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA

DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
Coordinación de la División Regional de Ciencia Animal



TORREÓN COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
" ANTONIO NARRO" U.L.  
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESIS

POR

MARIO ANTONIO CANIZAL CASTAÑEDA

"Determinación de los valores nutricionales *invitro* del forraje verde hidropónico producido con avena forrajera en condiciones de crecimiento semi intensivo y en presencia y ausencia de fertilizante"

TESIS ELABORADA BAJO A SUPERVISION DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIAS Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN

PRESIDENTE

PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

VOCAL 1

M.V.Z. JESUS GAETA COVARRUBIAS

VOCAL. 2

M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO

VOCAL SUPLENTE

TORREON COAHUILA, MEXICG

JUNIO 2012

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

El Sr. Vicente Canizal Ariza

Sra. Elodia Castañeda Lima

A quienes le debo mi ser, que con su gran apoyo incondicional y trabajo ejemplar siempre de la mano me han sacado adelante, con su sabiduría y buenos consejos en un incomparable ambiente familiar, y por qué se que primero están sus hijos que ellos mismos por esta razón les digo que siempre tengan presente que los QUIERO como a nadie más en el mundo.

### **A MIS HERMANOS**

Daniel Isai Canizal Castañeda

Diana Laura Canizal Castañeda

Por la relación tan amena de hermandad, amistad, compañerismo, solidaridad, honestidad, por siempre estar juntos en momentos felices y también difíciles gracias por su apoyo incondicional en mi carrera y en la vida.

### **AMIGOS Y COMPAÑEROS**

Gracias por su amistad y compañerismo y los 5 años muy gratos como estudiante universitario.

## **AGRADECIMIENTOS**

A diosito y a la virgencita de Guadalupe por prestarme la vida y darle salud a mis papás y hermanos.

A la Sagrada familia por iluminarme y mantener a mi familia siempre unida no importando las pequeñas pruebas de la vida.

### **A MI ALMA TERRA MATER**

Gracias a esta universidad tan bonita que nos ofrece un ambiente acogedor y agradable, que nos brinda innumerables conocimientos de primer nivel para hacer profesionistas competitivos.

### **A MIS PROFESORES**

MVZ Ramírez Fernández Carlos, MVZ Sergio Orlando Yong Wong, MVZ Carlos Leyva Orasma, MVZ José Moncebaez Pérez, MVZ José Luis Guemes Jiménez, Erik Alejandro Reyes Ramírez, MVZ Morales Cruz Juan Luis, MC Ilda Graciela Fernández García, MC Ramón Alfredo Delgado Gonzales.

Por brindarme sus conocimientos a lo largo de mi carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

### **MIS ACESORES**

Dr. Fernando Ulises Adame de León, PhD. Juan David Bustamante Hernández, MVZ Rodrigo Isidro Simón Alonso y el MVZ Jesús Gaeta Cobarrubias

Por apoyarme en la elaboración y presentación de mi tesis.

## INDICE GENERAL

	Páginas
ÍNDICE DE CUADROS .....	I
Páginas .....	II
RESUMEN .....	III
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
III. REVISION DE LITERATURA .....	4
3.1 HIDROPONIA .....	4
3.2 FORRAJE VERDE HIDROPONICO .....	4
3.3 MÉTODOS DE PRODUCCIÓN .....	5
3.4 JUSTIFICACIÓN .....	5
3.5 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO .....	7
3.6 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO .....	10
3.7 OBJETIVOS DE LA PRODUCCIÓN DE F.V.H .....	11
3.8 EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DEL FVH EN ALIMENTACIÓN ANIMAL .....	12
3.9 ALIMENTACION DEL CONEJO .....	13
IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	15
4.1 MATERIALES .....	16
4.2 MÉTODOS .....	16
4.2.1 SELECCIÓN DE SEMILLA .....	16
4.2.2 LAVADO DE SEMILLA .....	16
4.2.3 SIEMBRA EN LA BANDEJA .....	17
4.2.4 RIEGO DE LAS CHAROLAS .....	17
4.2.5 COSECHA .....	18
4.2.6 TRATAMIENTOS EVALUADOS .....	19
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
VI. CONCLUSIONES .....	21
VII. LITERATURA CITADA .....	22

## ÍNDICE DE CUADROS

Páginas

1. EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DEL FVH EN LA  
ALIMENTACIÓN DE ANIMALES DOMESTICOS..... 13
  
2. NECESIDADES NUTRITIVAS DE LOS CONEJOS.....14
  
3. PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA EN LA AVENA  
FORRAJERA DE ACUERDO AL DIA DE GERMINACION..... 20

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
1. ALIMENTACIÓN DE CONEJOS CON F.V.H.....	13
2. RIEGO POR NEBULIZACIÓN DEL F.V.H.....	18
3. COSECHA DEL F.V.H A LOS 8 DÍAS DE GERMINACIÓN.....	18
4. PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA DE AVENA FORRAJERA CULTIVADA EN CONDICIONES DE HIDROPONÍA EN BASE AL DÍA DE GERMINACIÓN.....	21

## RESUMEN

En este trabajo experimental fue evaluar la determinación de valores nutricionales *invitro* del forraje verde hidropónico producido con avena forrajera en condiciones de crecimiento semi intensivo y en presencia y ausencia de fertilizante, el objetivo es evaluar los porcentajes de proteína cruda en cada situación cultivada de este forraje, avena forrajera con fertilizante vs avena forrajera sin fertilizante.

Para el trabajo experimental con FVH, se utilizó semilla de avena *Avena sativa* con fertilizante y como trabajo testigo avena *Avena sativa* sin fertilizante. Se utilizaron 18 charolas con germinados de avena forrajera, divididos en dos lotes de nueve charolas cada uno. El experimento duro duró 9 días, se realizó el trabajo de laboratorio evaluando del día 6 al 14 de germinación, para determinar punto ideal en el que se obtiene mayor porcentaje de proteína en el F.V.H.

Palabras claves: Fertilizante, Forraje verde hidropónico, Proteína cruda.

## I. INTRODUCCION

El forraje verde hidropónico (FVH) 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.

El termino hidroponía deriva de los vocablos griegos “*hidro*” o “*hudor*” que significa agua, y “*ponos*”, trabajo o actividad.

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. Fenómenos climatológicos, tales como las sequías prolongadas, nevadas, inundaciones y las lluvias que vienen incrementando significativamente su frecuencia o ausencia (como en la laguna) en estos últimos años, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales.

Estos fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de la alta variabilidad climática, ocurren sin que se cuenten muchas veces con suficientes reservas de pasturas, henos o ensilados. En otras situaciones, son las regiones áridas y semiáridas donde la escasez de agua es notable y/o falta de terrenos aptos para el cultivo de forraje, pero el problema es más enfocado a los pequeños productores ganaderos que escasean de estos recursos.

En ello redunda en la necesidad de contar con alternativas de producción de forraje que permitan prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdida de peso, escaso volumen de leche, demoras y/o problemas de fertilidad) especialmente a nivel de los pequeños y medianos productores ganaderos.

Frente a circunstancias de déficit alimentario, surge como una alternativa válida, la implementación de un sistema de producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH). La tecnología FVH es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, mezclas de trébol, gramíneas y alfalfa) para cultivo forrajero convencional. Dentro del contexto anterior, el FVH representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, vacas, conejos, pollos, cuyes y cerdos entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde.

Por lo que, este trabajo, se enfoca específicamente, determinar los porcentajes de proteína en los forrajes de avena con y/o sin fertilizante de acuerdo a los días de germinación en condiciones de hidroponía.

Parámetros a evaluar; valores nutricionales de la proteína cruda.

## **II. OBJETIVOS**

- Producción eficiente y con excelente calidad de forraje verde hidropónico en espacios pequeños.
- Dar a conocer que el forraje verde hidropónico es una buena opción sustentable para alimentar el ganado, con buen porcentaje de proteína cruda y bajo costo.
- Establecer la producción de forraje verde hidropónico en zonas áridas, con poco consumo de agua.

## **HIPÓTESIS**

Se establece obtener excelentes valores nutricionales con buen porcentaje de proteína cruda en la producción de forraje verde hidropónico con avena forrajera en presencia y ausencia de fertilizante.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 HIDROPONIA

La palabra hidroponía se deriva de dos palabras griegas, *hidro*, significa agua y *ponos*, que significa labor o trabajo; literalmente “trabajo en agua”. Inicialmente se limitó principalmente a la cultura del agua sin el uso del medio del arraigado sin embargo actualmente existen diferentes sustratos para usar hidroponía (Carrasco, et al; 1996).

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o de hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico Irlandés Robert Boyle (1627- 1691) realizó los primeros experimentos de cultivo en agua.

Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de grano utilizando agua de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante (Huterwal, 1960, Ñíguez, 1988).

#### 3.2 FORRAJE VERDE HIDROPONICO

El forraje verde hidropónico es un pienso o forraje vivo para alimento de animales de engorda para producción de carne o de leche. 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 micro-clima para poder producirlo aún en condiciones adversas de clima. Sirve para producir cereales y gramíneas.

Puede sustituir por completo o en gran parte el alimento procesado para animales y es económico y fácil de producir (Sánchez, 2001).

### 3.3 MÉTODOS DE PRODUCCIÓN

El proceso se realiza en recipientes planos y por un lapso de tiempo no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 3 a 4 centímetros. A partir de ese momento se continúan los riegos con una solución nutritiva la cual tiene por finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado (Less, 1983; Hidalgo, 1985; Morales, 1987).

### 3.4 JUSTIFICACIÓN

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (Chen, 1975; Less, 1983; Níguez, 1988; Santos, 1987; y Dosal, 1987).

El sistema de producción de Forraje Verde Hidropónico, presenta grandes alternativas para la producción animal, debido al gran rendimiento y bajo costo que representa su producción de materia verde como seca, así como los kilogramos de proteína producida en pequeñas áreas y sin necesidad de suelo, maquinaria agrícola y grandes cantidades de agua (Carballido, 2002).

El proceso de producción de Forraje Verde Hidropónico está comprendido dentro de un concepto nuevo de producción, ya que no se requiere grandes extensiones de tierra, periodos largos de producción ni formas de conservación y almacenamiento. El forraje verde hidropónico es destinado para la alimentación de vacas, caballos, ovinos, conejos, cerdos (Sánchez, 2001).

No obstante los sistemas de producción de forraje convencional han venido experimentando serias dificultades marcadas para la situación actual del sector agropecuario, intenso crecimiento de la tasa de urbanización y el aumento en el valor de las tierras centrales se han encargado de desplazar las explotaciones pecuarias hacia sectores donde se reduce el potencial de producción forrajera (Bravo, 1998).

La sustitución en conejos, de hasta el 75% del concentrado por F.V.H. no afecta la eficiencia en la ganancia de peso alcanzándose el peso de faena (2,1 a 2,3 kg de peso vivo) a los 72 días. Estos resultados han tenido un alto impacto técnico, posibilitando la generación de ingresos, la alimentación familiar y el mantenimiento de la producción a mini productores cunícolas afectados por los altos costos de los concentrados (Sánchez, 1997 y 1998).

La producción cunícola basada en la utilización de FVH, es más económica que cuando se usa solamente alimento balanceado (Reynoso, 1994).

La forma en que se suministra el alimento en las explotaciones cunícolas ha sido causa de polémica, tanto en el aspecto de dar forrajes combinados con alimentos balanceados o dar solamente estos últimos, así como el de ofrecerlos en forma racionada o propiciar el consumo a libre acceso (Mena, 1999).

### 3.5 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Entre las ventajas que presenta el forraje hidropónico se puede decir que: permite un suministro constante durante todo el año, se puede emplear terrenos marginales, se reduce el desperdicio de agua, se obtiene una fuente alternativa de alto valor nutricional, es completamente natural por lo que hay una menor incidencia de enfermedades, se puede dar un aumento en la fertilidad y la producción de leche (Aron, 1998).

-Ahorro de agua. En el sistema de producción de F.V.H. las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca.

Alternativamente, la producción de 1 kilo de F.V.H. requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18% (Sánchez, 1997; Lomelí Zúñiga, 2000; Rodríguez, S. 2000).

-Eficiencia en el uso del espacio. El sistema de producción de F.V.H. puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

-Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de F.V.H. apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12.

Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del F.V.H. (Bonner y Galston, Koller, Simon y Meany, Fordham et al, citados por Hidalgo, 1985.)

- Calidad del forraje para los animales. El F.V.H. es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales (Less, citado por Pérez, 1987).

-Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos (Arano, citado por Resh, 1982; Chen, Chen, Wells y Fordham, citados por Bravo, 1988).

En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 kcal/kg) que el F.V.H. (3.200 kcal/kg). Sin embargo los valores reportados de energía digestible en F.V.H. son ampliamente variables (Pérez, 1987).

- Inocuidad. El F.V.H. producido representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del F.V.H. los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. Tal es el caso de un hongo denominado comúnmente “cornezuelo” que aparece usualmente en el centeno, el cual cuando es ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágica consecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre. Asimismo en vacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos, artesanales fundamentalmente (Sánchez, 1997).

-Costos de producción. Las inversiones necesarias para producir F.V.H. dependerán del nivel y de la escala de producción. Considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el F.V.H. es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de Costos Fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente.

-Investigaciones recientes sostienen que la rentabilidad de la producción del F.V.H. es lo suficientemente aceptable como para mejorar las condiciones de calidad de vida del productor con su familia, favoreciendo de este modo su desarrollo e inserción social, a la vez de ir logrando una paulatina reconversión económica – productiva del predio (ejemplo: la producción de conejos alimentados con F.V.H. integrada a horticultura intensiva (Sánchez, 1997y 1998).

-Diversificación e intensificación de las actividades productivas. El uso del F.V.H. posibilita intensificar y diversificar el uso de la tierra. Se estima que 170 metros cuadrados de instalaciones con bandejas modulares en 4 pisos para F.V.H., equivalen a la producción convencional de 5 Has. de forraje convencional de corte que pueden ser destinadas a la producción alternativa en otros rubros o para rotación de largo plazo (Melipilla, 1998).

-Alianzas y enfoque comercial. El F.V.H. ha demostrado ser una alternativa aceptable comercialmente considerando tanto la inversión como la disponibilidad actual de tecnología. El sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional.

También permite la colocación en el mercado de insumos (forraje) que posibilitan generar alianzas o convenios estratégicos con otras empresas afines al ramo de la producción de forraje tales como las empresas semilleras, cabañas de reproductores, tambos, locales de invernada, ferias, locales de remates, aras de caballos, cuerpos de caballería.

### 3.6 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

-Desinformación y sobrevaloración de la tecnología. Proyectos de F.V.H. preconcebidos como “llave en mano” son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente.

Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Asimismo el F.V.H. es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar (Marulanda e Izquierdo, 1993).

-Costo de instalación elevado. Morales (1987), cita que una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado (Sánchez, 1996, 1997) que utilizando estructuras de invernáculos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados.

### 3.7 OBJETIVOS DE LA PRODUCCIÓN DE F.V.H

"Obtener rápidamente, a bajo costo y en forma sostenible, una biomasa vegetal sana, limpia y de alto valor nutritivo para alimentación animal"

- 1) Ofrecer al productor "un seguro alimentario". El F.V.H. es una estupenda herramienta de lucha contra la sequía, inundaciones o suelos anegados por las lluvias.
- 2) Convertirse en un eficiente y eficaz insumo tal que pueda sustituir todo o una buena parte del alimento concentrado ofrecido a los animales.
- 3) Bajar significativamente nuestros costos de alimentación animal.
- 4) Aumentar la producción de carne y de leche en los animales alimentados con F.V.H.
- 5) Aumentar la fertilidad de los animales debido a los aportes de factores nutricionales presentes en el FVH (Vitamina "E").
- 6) Aumentar la rentabilidad de predios de escasa a muy escasa extensión.
- 7) Maximizar nuestro espacio de producción (Santos, citado por Níguez, 1988).

### 3.8 EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DEL FVH EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

Los usos del F.V.H. son diversos pudiéndose utilizar como alimento de vacas lecheras; caballos; ganado de carne; terneros; gallinas ponedoras; pollos; cerdos; conejos y cuyes. El cuadro 1 brinda información indicativa de las dosis en que puede ser usado el F.V.H. en diversas especies de animales, siendo necesario aún mayor investigación para ajustar los consumos diarios en función del peso vivo del animal, raza, y estado fisiológico o reproductivo.

En el caso de conejos, ensayos de campo realizados por grupos de productores de la localidad de Rincón de la Bolsa (Uruguay), indicaron que los conejos en etapa de engorda aceptan sin dificultad entre 280 y 400 gramos de F.V.H./día y obtenían el peso de faena a los 72 o 75 días en forma similar a los conejos alimentados exclusivamente con ración balanceada. Las madres en lactancia y los reproductores pueden llegar a ingerir un promedio de 500 gramos por día lo que indica que en la especie cunícola se puede suministrar hasta un 8 a 10 % de su peso vivo en F.V.H. sin consecuencias negativas.

**CUADRO 1. EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DEL FVH EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES DOMESTICOS (CARBALLIDO, 2002).**

Ganado Lechero

Baja	15 kg de fvh
Mediana Producción	20 kg de fvh
Alta Producción	22 kg de fvh
Vacas con producción de 30 litros día	FVH solo Cebada hasta 18 kg

### Caprinos

Cabras	1.5 kg de fvh
Lactación:	2.5 kg de fvh
Lecheras	3.5 kg de fvh
Carne	2.0 kg de fvh

### Ovinos

Ovejas Gestación 50kg	2.5 kg de fvh
Lactación 1 cordero	3.5 kg de fvh
Lactación 2 cordero	4.0 kg de fvh
Carne	3.0 kg de fvh
Cordero	1.0 kg de fvh
Carnero	2.5 kg de fvh

### Conejos

Gestación	402 gr de fvh
Lactación 6 gazapos	546 gr de fvh
Inicio gazapo	50 gr de fvh
Carne 30 días	120 gr de fvh
Carne 50 días	180 gr de fvh
Carne 70 días	250 gr de fvh
Carne 100 días	380 gr de fvh

### Cerdos

Reproductores	4 kg de fvh
Lactantes	2 kg de fvh
Gestantes	3 kg de fvh

### Equinos

Potrillos	4 Kg de fvh
Potros	8 Kg de fvh
Potrancas	4 Kg de fvh
Yeguas vacías	8 Kg de fvh
Gestación	4 Kg de fvh

### 3.9 ALIMENTACION DEL CONEJO

El conejo es un animal esencialmente herbívoro, sin embargo dentro del ámbito de la cunicultura intensiva e industrial cabe señalar que la dieta es de alimentos balanceados e industrializados (Wegler, 1998).

Respecto a los alimentos naturales que se proporcionan al conejo se pueden dividir en dos tipos: los alimentos voluminosos que incluyen los forrajes fresco o henificados; los concentrados, que se constituyen de granos energéticos (maíz, avena, cebada, entre otros) o proteicos como soya, cacahuete y frijol (Wegler 1998).

Uno de los alimentos más importantes en la alimentación de los conejos es la fibra, pues de ella depende la estimulación del tracto gastrointestinal y el peristaltismo. Además la fibra facilita el desgaste de los dientes, estimula la cecotofia. Los niveles altos de este nutriente en la dieta son indispensables para tener el correcto balance de la flora bacteriana en el ciego, ya que si el nivel de fibra no es el adecuado se modifica el pH y por consiguiente se elevan las poblaciones de *clostridia* y *eschericha coli* (Cruz et al; 2009).



**Figura 1. Alimentación de conejos con F.V.H. de avena.**

## CUADRO 2. NECESIDADES NUTRITIVAS DE LOS CONEJOS (NRC 1979).

Proteína	15 – 18 %
Grasa	2 – 5 %
Manganeso	1.0 mg
Magnesio	40g * c/100g de la dieta
Potasio	0.60 %
Fosforo	0.22 %
Vitamina A	50 mg/kg de peso
Vitamina E	1 mg/kg de peso
Vitamina B	1 mg/kg de la dieta
Colina	0.12%

### IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de bromatología en el interior de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna localizada en el periférico Raúl López Sánchez y carretera a Santa Fe, en Torreón, Coahuila, México. La ciudad tiene una altitud de 1137 metros sobre el nivel del mar y su precipitación pluvial media anual es de 144 mm. Latitud: 21° 31’ 11” longitud W: 103° 25’52”. Clima es cálido de tipo semidesértico.

En verano la temperatura puede rebasar los 40 °C y en invierno puede alcanzar un mínimo de 2 °C

La producción de forraje verde hidropónico se llevó a cabo en el ejido de Monterrey municipio de Lerdo, Durango. Latitud N: 25° 28’ 58.2’’ longitud O: 103° 37’ 19.75’’, 1182 msnm. a 13 km de la CD. de Lerdo Durango. (Gutiérrez, 1947; Lazos, 1930).

## 4.1 MATERIALES

Grano de avena.	Invernadero (6 metros por 20 metros)
Recipiente de plástico de 20 L. para lavar el grano	Agua
Charolas para forraje verde hidropónico 36 cm x 60 cm	Hipoclorito de sodio (al 6%)
Red para colar y retirar impurezas del Grano	Anaqueles para charolas
Mangueras de media pulgada	1 charolas de germinado de semilla de avena por día transcurrido del día 6 al 14 (con fertilizante).
Nebulizadores.	1 charolas de germinado de semilla de avena por día transcurrido del día 6 al 14 (sin fertilizante)
Contenedores de 200 L. para agua	Laboratorio de bromatología
Bomba para agua(1HP)	Muestras del FVH

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 SELECCIÓN DE SEMILLA

Se buscó semilla de avena en buen estado de bajo costo, fácil de obtener y sin haber sido tratada con fungicidas u otros químicos.

### 4.2.2 LAVADO DE SEMILLA

Se lavó con agua limpia el grano del trigo y se quitó todas las impurezas encontradas y los granos que flotaban se retiraron, ya que estos granos no

germinan, una vez lavado, por segunda vez se desinfectó con cloro diluido en 10 litros de agua (1 ml de cloro al 6% por litro de agua) en un tiempo no menor a 30 segundos y no mayor a 3 minutos, posteriormente se retiró el cloro y se dejó remojando el grano en agua limpia por 12 horas; transcurridas las 12 horas se retiró el agua y se dejó reposar por 30 minutos para que se oxigenara, y después se le agregó agua limpia y se dejó remojando 24 hrs.

#### 4.2.3 SIEMBRA EN LA BANDEJA

En la siembra se utilizaron charolas de 36 cm por 60 cm que fueron lavadas previamente con detergente y posteriormente se desinfectaron con cloro para evitar cualquier tipo de contaminación.

Transcurrido el tiempo que se trató la semilla se pasó a las charolas colocando una capa uniforme de 1.5 cm de espesor. Se taparon por 48 hrs. para impedir que entrara la luz e inducir a la germinación uniforme del grano.

Pasado el tiempo indicado se destaparon las charolas y el grano se encontró germinado entre un 80 y 95 %.

#### 4.2.4 RIEGO DE LAS CHAROLAS

Para el riego de las charolas se utilizaron dos contenedores de agua de 200 litros y una bomba de 1 HP para aplicar mayor presión, conectados a manguera de ½ pulgadas en la cual fueron repartidos los nebulizadores (conocidos como foggers) a 35 cm de separación; las charolas fueron perforadas por ambos extremos los

más angostos, para el flujo adecuado de agua y evitar encharcamientos, los riegos se efectuaron cada hora y media por 1 minuto (nueve riegos por día).



**Figura 2. Riego por nebulización del F.V.H.**

#### 4.2.5 COSECHA

Se realizó la cosecha entre el día 6 y el día 14 obteniendo 6.5 a 9 kilos de forraje por charola, en este periodo el forraje se encuentra en sus mejores niveles de nutrientes.



**Figura 3. Cosecha del F.V.H a los 8 días de germinación.**

#### 4.2.6 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Se utilizaron dos lotes, de 9 charolas de forraje verde hidropónico cada uno, fue evaluado el lote 1 mediante la aplicación de fertilizante durante los riegos, y el lote 2, fue evaluado como “testigo”, a estas charolas no se aplicó fertilizante.

La cosecha se realizó mediante la toma de una pequeña porción de la charola.

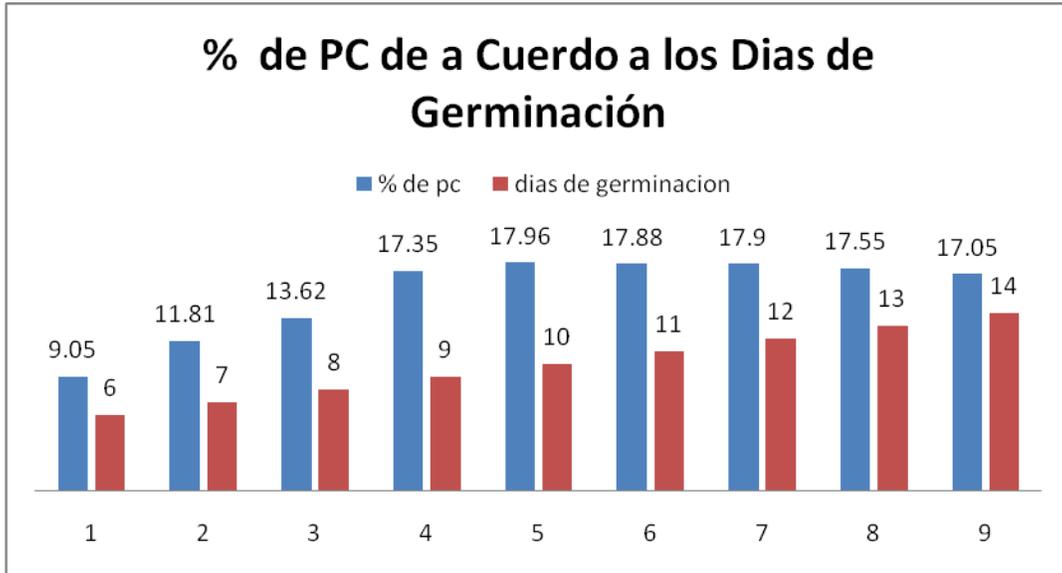
## V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En el cuadro se registró la concentración de proteína cruda en base a las pruebas de laboratorio de bromatología. Se realizó el trabajo en 9 tomas de muestras de acuerdo al día 6 al día 14 de germinación, obteniendo como resultado que la concentración máxima de Proteína Cruda en la avena forrajera se hace notar al día decimo con **17.96 % de PC**.

**CUADRO 3. PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA EN LA AVENA FORRAJERA DE ACUERDO AL DIA DE GERMINACION.**

DATO	CON FERTILIZANTE	Día de Germinación
1	9.05	6
2	11.81	7
3	13.62	8
4	17.35	9
5	17.96	10
6	17.88	11
7	17.90	12
8	17.55	13
9	17.05	14

**Figura 4. Porcentaje de Proteína Cruda de avena forrajera cultivada en condiciones de hidroponía en base al día de germinación**



## **VI. CONCLUSIÓN**

El forraje verde hidropónico de avena forrajera llega a su máximo nivel de proteína cruda en el día 10° de germinación, por lo que se recomienda alimentar al ganado en este punto donde sus niveles nutricionales darán mayor rendimiento para completar las necesidades nutricionales del animal.

## VII. LITERATURA CITADA

AGRORED, A. 2003. Horticultura, Fruticultura, Fertilización y Cultivos Hidropónicos. (En línea). Consultado 14 Oct. 2008. Disponibles en: <http://www.Agrored.Com.Mx/agricultura/63-Forraje.html>.

Arano, C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Editado por el propio autor. Prov. de Buenos Aires, Argentina

Bautista, S; Nava, J. 2002. Producción de Forraje Verde Hidropónico de trigo Triticum, tesis de Licenciatura, Universal Autónoma de Guerrero (UAG).

Beorlegui, 1989. Utilización del forraje verde hidropónico como suplemento para vacas lactantes durante la sequía. Hidroponía. Lo más cerca del futuro: 147-149.

Bravo Ruiz, M. R. 1988. Niveles de Avena Hidropónica en la Alimentación de conejos Angora. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Carrasco, G; Izquierdo. J. 1996. La Empresa Hidropónica de Mediana Escala: La Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante ("NFT"). FAO- Univ. De Talca. Santiago, Chile.

Ceballos, C. J. y E. García, P. 1992. Cultivos hidropónicos. "Nuevas técnicas de producción". Mundi-prensa. Madrid. P.176-178.

Dosal Aladro, J.J.M. 1987. Efecto de la Dosis de Siembra, Epoca de Cosecha y Fertilización sobre la Calidad y Cantidad de Forraje de Avena Producido Bajo condiciones de Hidroponía. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

E. F. Moreno-Ramos 2001. Evaluación de forraje verde hidropónico como complemento alimenticio para producción de conejos.

FAO. 2001. Manual Técnico. Forraje Verde Hidropónico. Organización de las naciones para la agricultura y la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile

Fox, R. 2000. Fábrica de Forraje. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 8. Lima, Perú.

Hidalgo Miranda, L. R. 1985. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Howard M. 1992. Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Mundi Prensa. Madrid.

León, S. 2005. Efecto del Fotoperiodo en la producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz con diferentes soluciones nutritivas para alimentación de conejos en el período de engorde. Tesis de grado FCP ESPOCH. pp 51-59.

Lomelí Z. H. M. 2000. Forraje verde hidropónico. El forraje del futuro hoy. Agricultura. 63. 15-18.

Marulanda, C; e Izquierdo, J. 1993. Manual Técnico "La Huerta Hidropónica Popular". FAOPNUD. Santiago, Chile.

Morales O.A.F. 1987. Forraje verde hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos precozmente destetados. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán, Chile.

Morales, A.M.A.; Juárez, A.M.; Ávila, G.E.; Fuente, M.B. 2002. Empleo de forraje verde hidropónico de cebada en conejos Nueva Zelanda en engorda Memorias de la XXXVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, México.

Nava, J; Córdova, A. 2005. Alimento balanceado forraje verde hidropónico en la alimentación de conejos criollos (*Oryctolagus cuniculus*). Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Vol. VI, No 10. (En línea). Consultado 14 Oct. 2008. Disponible en.

Ñíguez Concha, M. E. 1988. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Palacios, M.F.; Nieri, F. 1995. Cultivo de Forraje Verde Hidropónico. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Laboratorio de Fisiología Vegetal Universidad Agraria La Molina. Lima. Perú.

Pérez Lagos, N. 1987. Efecto de la Sustitución del Concentrado por Forraje Obtenido en Condiciones de Hidroponía en una Crianza Artificial de Terneros. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Ramos, C. 1999. El Uso de Aguas Residuales en Riegos Localizados y en Cultivos Hidropónicos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Valencia, España.

Resh, H. 2001. Cultivos hidropónicos; nuevas técnicas de producción. Versión española de José Santos Caffarena. Madrid, España, Ediciones Mundi- Prensa. 284p.

Rivera P. F de J., M. Hernández M., F. Galván C., L. G. García F. y R. Betancourt M. (Sf). Alternativas forrajeras para Guanajuato. Secretaria de Desarrollo Agropecuario.

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

Romero, V. M. E. 2009. Producción de forraje verde en Hidroponía. TecnoAgro.

Avances Tecnológicos y Agrícolas. [www.tecnoagro.com.mx](http://www.tecnoagro.com.mx). No. 51. Marzo Abril 2009.

Salazar, W. 2004. Utilización del Forraje Verde Hidropónico Henificado de Cebada en remplazo de la alfalfa en la alimentación de conejos, FCP – ESPOCH. Riobamba Ecuador. Pp 45-54.

Sánchez, A. 2000. Una Experiencia de Forraje Verde Hidropónico en el Uruguay. Boletín Informativo de la Red Hidroponía N° 7. Lima, Perú.

Sepúlveda, R. 1994. Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico. Santiago, Chile.

Scheelje, R; Niehaus, H; Werner, K; Krüger, A. 1976. Conejos para Carne. Editorial Acribia, Zaragoza, España. Schneider, A. 1991. Alternativas Para Lecheras y Engordes: Forraje Verde Hidropónico. Revista El Campesino (Julio 1991). Santiago. Chile.

Staff, H. 1997. Hidroponía. SEBRAE. Cuiaba, Brasil

Tarrillo, O. H. (Sf). Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad, para la alimentación animal.

Valdivia B. E. 1996. Producción de forraje verde hidropónico (FVH). Curso taller internacional de Hidroponía. Lima Perú, 25-29 de marzo de 1996.

[www.tecnocampo.com.mx](http://www.tecnocampo.com.mx)

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101005.html>

<http://www.veterinaria.org/revista/redvet/n101005.html>.

[www.forrajehidroponico.com.mx](http://www.forrajehidroponico.com.mx)