

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



**“DETERMINACION DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FORRAJE VERDE HIDROPONICO  
DERIVADO DE SORGO ESCOBERO (mijo) PRODUCIDO EN CONDICIONES DE AUSENCIA  
Y PRESENCIA DE FERTILIZANTE”**

**POR:**

**EMMANUEL DOMINGUEZ ESCORCIA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**ÉL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN COAHUILA, MÉXICO**

**OCTUBRE 2012**

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



**“DETERMINACION DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FORRAJE VERDE HIDROPONICO  
DERIVADO DE SORGO ESCOBERO (mijo) PRODUCIDO EN CONDICIONES DE AUSENCIA  
Y PRESENCIA DE FERTILIZANTE”**

**TESIS POR:**

**EMMANUEL DOMINGUEZ ESCORCIA**

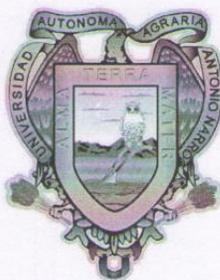
**ASESOR PRINCIPAL:**

**DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEON  
PRESIDENTE DEL JURADO**

**TORREÓN COAHUILA, MEXICO**

**OCTUBRE 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



"DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DEL FORRAJE VERDE HIDROPONICO  
DERIVADO DE SORGO ESCOBERO (mijo) PRODUCIDO EN CONDICIONES DE AUSENCIA  
Y PRESENCIA DE FERTILIZANTE"

TESIS POR:

EMMANUEL DOMINGUEZ ESCORCIA

APROBADO POR:

DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEON  
PRESIDENTE DEL JURADO

MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



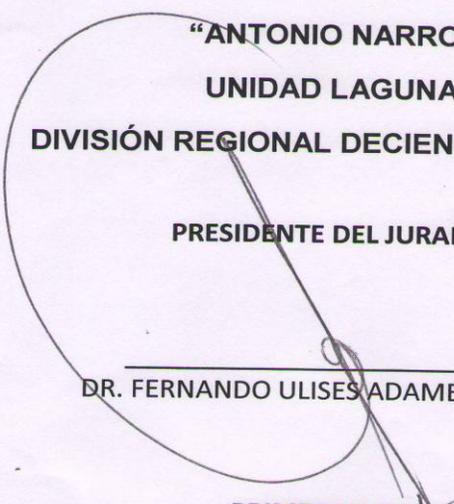
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN COAHUILA, MEXICO

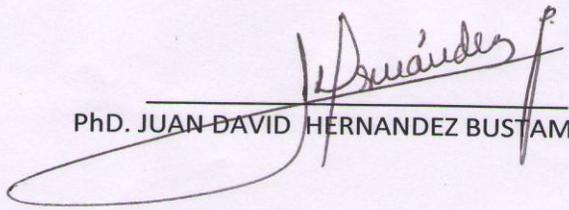
OCTUBRE 2012

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

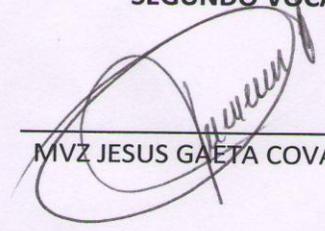
**PRESIDENTE DEL JURADO**

  
\_\_\_\_\_  
DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEON

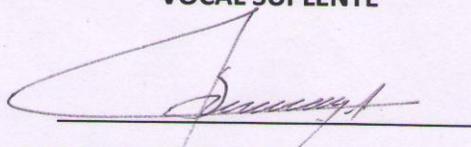
**PRIMER VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
PhD. JUAN DAVID HERNANDEZ BUSTAMANTE

**SEGUNDO VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
MVZ JESUS GAETA COVARRUBIAS

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

**Mc. Ely Domínguez Muñoz**

**Sra. Rosa María Escorcía Negrete**

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 AMO como a nadie más en el mundo.

### **A MIS HERMANOS Y SOBRINO**

**Rosely Domínguez escorcía**

**Elizeth Daily Domínguez Escorcía**

**Brandon Rogelio Patiño Domínguez**

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**

**Edmundo Atxayacatl Ailva Rodríguez**

**Albert Guadalupe Móreles López**

**Tania Citlalli Méndez Blanco**

**Edaena Mendoza Emilio**

**Jorge Esteban Torres Rocha**

**Mario Canizal Castañeda**

**Gonzalo Gómez Pérez**

**Reinaldo Miranda Flemate**

**Juan Carlos López Hernández**

Gracias por su amistad y compañerismo y los 5 años muy gratos como estudiantes universitarios.

## **A MI ALMA 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.

## **MIS ASESORES**

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

Por apoyarme en la elaboración y presentación de mi tesis.

	Página
<b>INDICE GENERAL</b>	
DEDICATORIA.....	i
INDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	.vi
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. HIPOTESIS.....	2
IV. REVISION DE LITERATURA.....	3
4.1 HIDROPONIA.....	3
4.2 FORRAJE VERDE HIDROPONICO.....	3
4.3 MÉTODOS DE PRODUCCIÓN.....	4
4.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
4.5 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	5
4.6 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	6
4.7 OBJETIVOS DE LA PRODUCCIÓN DE F.V.H.....	6
4.8 EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DEL FVH EN ALIMENTACIÓN ANIMAL.....	6
4.9 NUTRICIÓN DE UN CULTIVO HIDROPÓNICO.....	9
V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	10
5.1 MATERIALES.....	11
5.2 MÉTODOS.....	12
5.2.1 SELECCIÓN DE SEMILLA.....	12
5.2.2 LAVADO DE SEMILLA.....	12
5.2.3 SIEMBRA EN LA BANDEJA.....	12
5.2.4 RIEGO DE LAS CHAROLAS.....	13
5.2.5 COSECHA.....	20
5.2.6 TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
VII. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN.....	23
VIII. LITERATURA CITADA.....	24

## ÍNDICE DE CUADROS

Página

1. EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DEL FVH EN LA  
ALIMENTACIÓN DE ANIMALES DOMESTICOS ..... 7
  
2. PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA CON  
Y SIN FERTILIZANTE EN EL SORGO ESCOBERO  
(Sorghum bicolor) (mijo) DE ACUERDO AL  
DIA DE GERMINACION..... 22

Riego de charolas, figura 1 .....	13
Riego por nebulización del f.v.h, figura 2, 3.....	14
Días de germinación.....	15
Primer día de germinación.....	15
..	
Segundo día de germinación.....	15
Tercer día de germinación.....	16
Cuarto día de germinación.....	16
Quinto día de germinación vista de charola.....	17
Quinto día de germinación.....	17
Sexto día de germinación vista de charola.....	18
Sexto día de germinación. ....	18
Séptimo día de germinación.....	19
Noveno día de germinación.....	19
Décimo día de germinación.....	20
Cosecha a los 8 días de germinación.....	20
Porcentaje de Proteína Cruda de sorgo escobero (Sorghum bicolor) (mijo) con fertilizante y sin fertilizante en base al día de germinación.....	23

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la determinación de valores nutricionales, principalmente la proteína cruda en forraje verde hidropónico sorgo escobero (*Sorghum bicolor*) (mijo) que estuvo sometido a tratamiento de fertilización y otro no fertilizado. Se utilizaron 18 charolas con germinados de sorgo escobero (mijo), divididos en dos lotes de nueve charolas cada uno. El experimento duro duró 14 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.

El que obtuvo mejor porcentaje fue el germinado con fertilizante con un 16.96 a los 10 días. Y el que no se fertilizo obtuvo 15.93 % de proteína cruda.

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

## 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 sorgo escobero (*Sorghum bicolor*) (mijo) 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**

Evaluar la factibilidad de producir forraje verde hidropónico de sorgo escobero (*Sorghum bicolor*) (mijo) en espacio pequeño y determinar su contenido de proteína cruda

## **III. HIPÓTESIS**

Se espera obtener una mejor respuesta en el contenido de proteína cruda en el forraje verde hidropónico (*Sorghum bicolor*) (mijo) que fue sometido a la fertilización.

## IV. REVISION DE LITERATURA

### 4.1 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, Ñiguez, 1988).

### 4.2 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).

### 4.3 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).

### 4.4 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).

#### 4.5 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

- Humedad uniforme
- Permite mayor densidad de población
- Contenido de vitaminas
- Eficiencias de uso de espacios
- Eficiencia de tiempo de producción
- Calidad de forraje para los animales de producción
- Se evitan desequilibrios digestivos
- Se evita la contaminación del suelo con productos químicos
- Reutilización de sustancias nutritivas
- Permite aprovechar suelos o terrenos no aptos para la agricultura tradicional
- Menor consumo de agua y fertilizantes
- Se obtiene un cultivo más sano e higiénico
- Técnica apropiada para zonas en donde hay escasez de agua
- Se puede corregir fácil y rápidamente la deficiencia o el exceso de nutrientes
- No depende de los fenómenos climatológicos
- Mayor calidad del producto
- Varias cosechas por año
- La recuperación de lo invertido es rápido

#### 4.6 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

- Se necesita conocer y manejar la especie que se cultive en el sistema
- Falta de experiencia en el manejo de soluciones nutritivas puede afectar la calidad de las plantas
- La inversión inicial es un poco costosa
- Requiere un abastecimiento continuo de agua y nutrientes
- Carece de fibra

#### 4.7 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 alimento seguro". 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 Ñíguez, 1988).

#### 4.8 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 necesaria aún mayor investigación para ajustar los consumos diarios en función del peso vivo del animal, raza, y estado fisiológico o reproductivo.

**CUADRO 1. EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN DEL FVH EN LA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES DOMESTICOS** (Carballido Carlin).

Ganado Lechero

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

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

#### 4.9 LA NUTRICIÓN DE UN CULTIVO HIDROPÓNICO

Debe controlarse según la demanda mediante los oportunos análisis químicos, sobre todo, de la solución drenaje o la extraída del mismo sustrato. Dependiendo del análisis del agua del riego. La especie cultivada y las condiciones climáticas se elaboran la solución nutritiva de partida. Apartar de entonces será el propio cultivo que dicte las siguientes soluciones nutritivas a preparar (cuervo,2004)

los elementos esenciales para el desarrollo normal de la planta están contenidos en algunas sales y en sustancias químicas compuestas y son, el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio(Ca), magnesio (Mg), azufre (S), cloro (Cl), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn) y molibdeno (Mo)

Cada uno de estos elementos tiene una o varias funciones en el proceso de crecimiento de la planta, así como su carencia se traducen en síntomas específicos que se reflejan en la estructura de la planta (consultoría ambiental GCA)

##### Solución nutritiva

Es la disolución de diversos nutrientes en el agua, con la que se riegan las plantas, y cuya función es proporcionar los nutrientes requeridos por ellas en las proporciones adecuadas. (sanchez y Escalante,1988).

Es la mezcla de agua y los abonos inyectados en los nebulizadores, que llega directamente al cultivo. En ella van todos y cada uno de los elementos nutritivos que el cultivo necesitan. (biurrun, 2003)

Se inicia el tratamiento de fertilización con una solución que contiene 1.25 g/litro de fertilizante compuesto de: 17% de nitrógeno, 17% de fósforo, 17% de potasio, 2.3% de magnesio y 2.7% de azufre, para dar un contenido final de 212.5 mg de los tres compuestos NPK por litro, 33.7 mg de Mg y 41.2 mg de S por litro.

Considerando que cada cultivo se riega con 1.2 litros/día, se aplican 225 mg de NPK, 40.5 mg de Mg y 49.5 mg de S diariamente

## **V. 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).

## 5.1 MATERIALES

Material utilizado:

- 1.- semilla de sorgo escobero (Sorghum bicolor) (mijo), 18 kg
- 2.- 3 cubetas de 20 L. para lavar la semilla
- 3.- 18 Charolas para forraje verde hidropónico 37 cm x 60 cm
- 4.- maya de plástico 80 cm por 1.20 cm, para colar y retirar impurezas del grano
- 5.- Mangueras de riego por goteo de media pulgada
- 6.- 17 nebulizadores o floggers
- 7.- 2 bidones de 200 L. para agua
- 8.- Bomba para agua (1 HP)
- 9.- Invernadero (6 metros por 20 metros)
- 10.- Agua
- 11.- Hipoclorito de sodio (al 6%)
- 12.- anaquel de madera para FVH de 1.20 de ancho por 20 mts de largo.
- 13.- Tubería de pvc de 1 pulgada
- 14.- timer para automatizar los riegos.
- 15.- cable para la corriente eléctrica de 20 mts
- 16.-clavija
- 17.-fertilazante

## 5.2 MÉTODOS

### 5.2.1 SELECCIÓN DE SEMILLA

La semilla con la que trabajamos fue de la región, fue una semilla grande limpio y entero sin presencia de hongo y sin haber sido tratada químicamente, fue de bajo costo y fácil de obtener.

### 5.2.2 LAVADO DE SEMILLA

Se lavó con agua limpia el grano de sorgo escobero (*Sorghum bicolor*) (mijo) 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.

### 5.2.3 SIEMBRA EN LA BANDEJA

En la siembra se utilizaron charolas de 37 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 90 y 95 %.

#### 5.2.4 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 1.**

Riego por nebulización del F.V.H.



**Figura 2.**



**Figura 3.**

## Días de germinación



Figura 4. 1 día de germinación.



Figura 5. 2 día de germinación



Figura 6. 3 días de germinación.



Figura 7. 4 días de germinación.

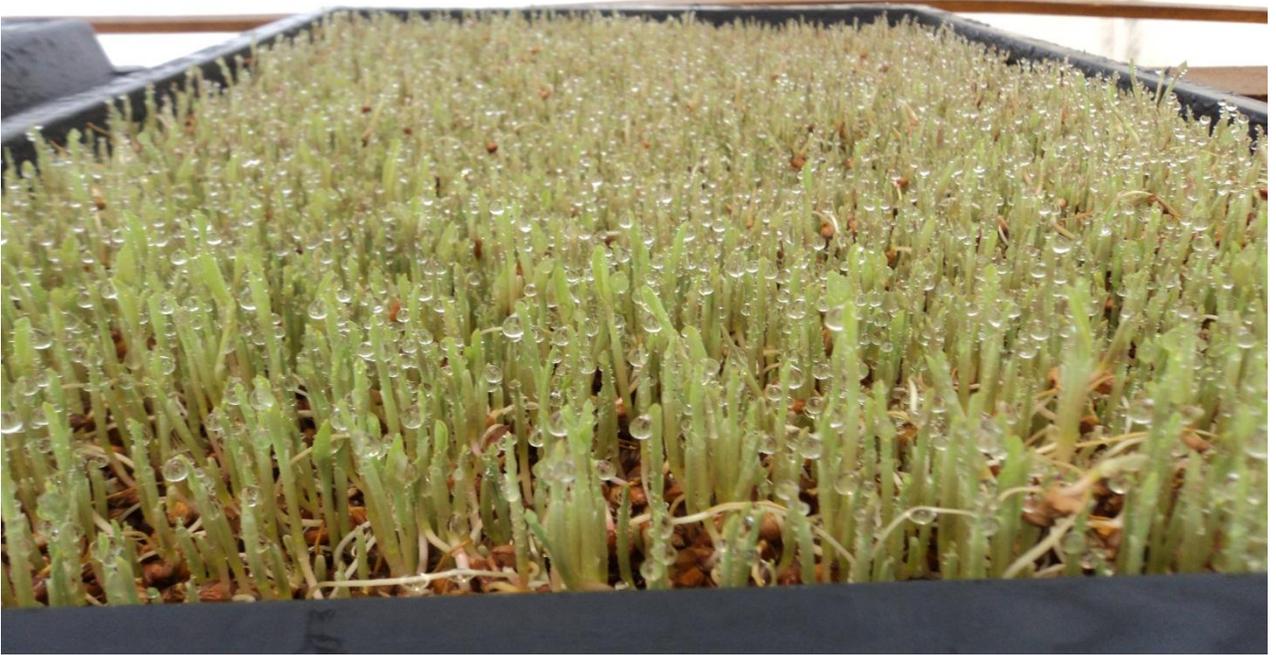


Figura 8. 5 días de germinación vista de charola.



Figura 9. 5 días de germinación vista de charola.

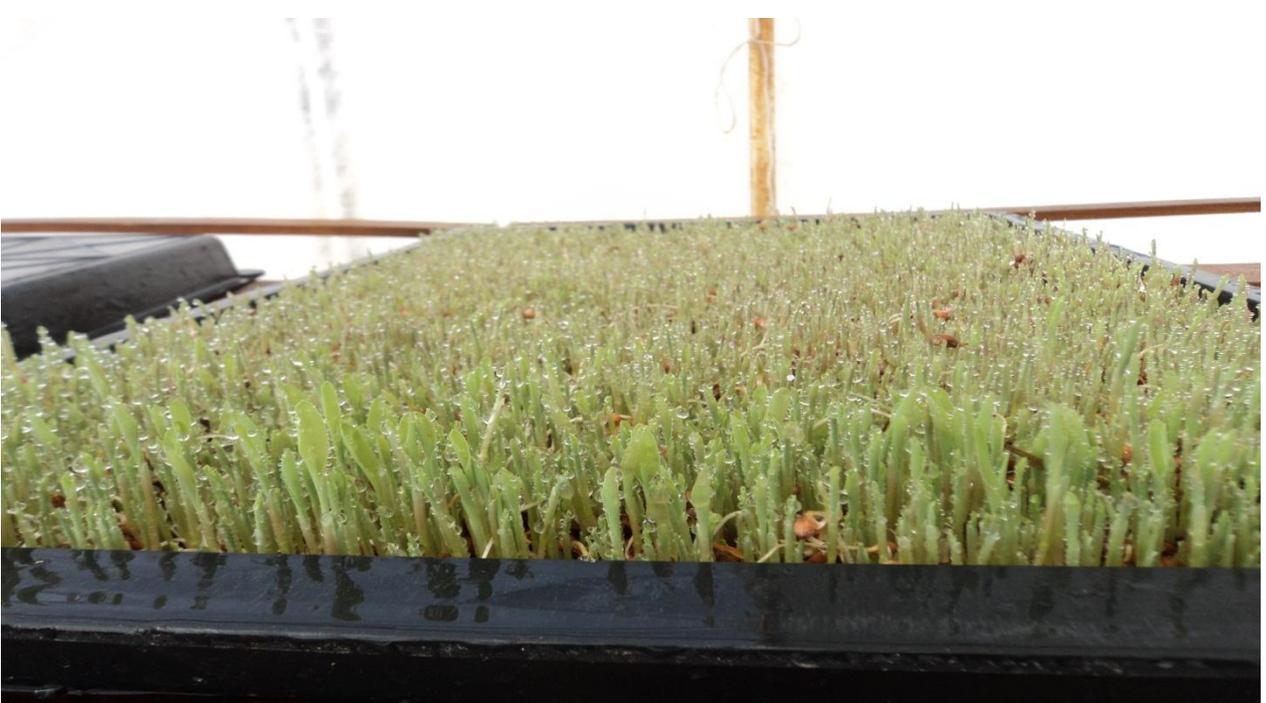


Figura 10. 6 días de germinación.



Figura 11. 6 días de germinación.



Figura 12. 7 días de germinación.



Figura 13. 9 días de germinación.



Figura 14. 10 días de germinación

### 5.2.5 COSECHA

Se realizó la cosecha entre el día 6 y el día 14 obteniendo 6.5 a 9 kilos de forraje por charola.



Figura 15. Cosecha a los 8 días de germinación

### 5.2.6 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.

## VI. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En el cuadro 3 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 con y sin fertilizante, de acuerdo al día 6 al día 14 de germinación, obteniendo como resultado que en el cultivo con fertilizante aumentó significativamente la PC en un rango de 16.96 y sin fertilizante 16.15. La concentración máxima de Proteína Cruda se encuentra al décimo día de germinación.

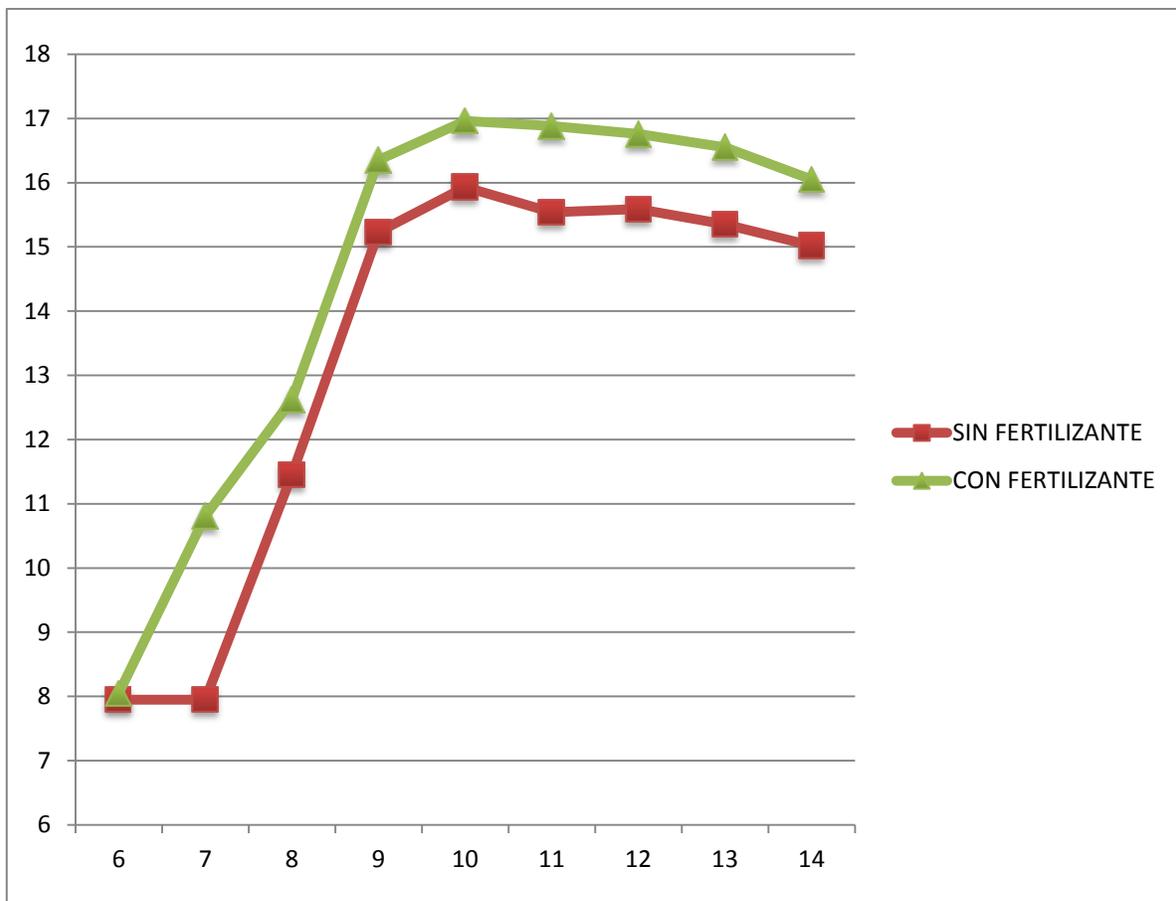
En los forrajes es deseable un nivel satisfactorio de proteína para minimizar o evitar la necesidad de proveer un suplemento proteínico en la ración del ganado. Los valores de proteína cruda normalmente varían de 5 a 12 % de proteína cruda, para los sorgos azucareros e híbridos sorgo-sudán y desde 12 a 24 % proteína cruda para sudánés, tanto la proteína cruda como la digestible se incrementan con las cantidades de fertilizantes nitrogenados.

Cuando más joven es la planta a la cosecha o pastoreo mayor es la cantidad de proteína digestible el porcentaje de proteína del forraje decrece rápido cerca de la madurez. Para asegurar un forraje bastante rico en proteínas cosechar antes de la maduración y suministrar una adecuada cantidad de fertilizante nitrogenado. (Bennett y Tucker, 1986).

,

**CUADRO 3. PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA CON Y SIN FERTILIZANTE EN EL SORGO ESCOBERO (*Sorghum bicolor*) (mijo) DE ACUERDO AL DIA DE GERMINACION.**

DÍA DE GERMINACIÓN	SIN FERTILIZANTE	CON FERTILIZANTE
6	7.95	8.05
7	7.95	10.81
8	11.45	12.62
9	15.23	16.35
10	15.93	<b>16.96</b>
11	15.54	16.88
12	15.59	16.76
13	15.35	16.55
14	15.02	16.05



**Figura 16. Porcentaje de Proteína Cruda de sorgo escobero (*Sorghum bicolor*) (mijo) cultivada en condiciones de hidroponía con fertilizante y sin fertilizante en base al día de germinación**

## VII. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

El forraje verde hidropónico de sorgo escobero (*Sorghum bicolor*) (mijo) llega a su máximo nivel de proteína cruda en el día 10° de germinación, teniendo un incremento significativo con fertilizante, 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.

## VIII. LITERATURA CITADA

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.

Carballido, C. 2002. Forraje Verde Hidropónico, Como realizar el cultivo, Mejora la salud animal. <http://www.seragro.cl/?a=983>. Consultado en Septiembre del 2012.

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.

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.

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.

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.

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

[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)

[http://hidroponia.gcaconsultora.com.ar/info\\_hidrop.html](http://hidroponia.gcaconsultora.com.ar/info_hidrop.html)