



Por un Desarrollo Agrario

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**Sistemas Integrales de Producción Animal**

**Trabajo de Graduación**

**Efectos de tres tipos de fertilizantes en la  
producción de forraje verde hidropónico de maíz  
(*zea mays*) variedad NB6, en un invernadero no  
tradicional.**

**Autoras**

**Br. Paula Elieth López Pascua**

**Br. Seydi Esther Mcfield Garcia**

**Asesores:**

**Ing. Wendell A. Mejía Tinoco**

**Ing. Jerry Vivas Torres**

**Managua, Nicaragua, 2013**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal como requisito parcial para optar al título profesional de:

## INGENIERO EN ZOOTECNIA

Miembros del tribunal examinador

---

Ing. Nadir Reyes S. PhD.

.Presidente

---

Ing. Carlos Ruiz Fonseca. Msc.

Secretario

---

Ing. José Miguel Matus L .Msc.

Vocal

**Managua 07 de Noviembre del año 2013.**

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Comparación para la variable altura (cm) utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays) variedad NB6.Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua.	12
2. Rendimiento de Forraje Verde Hidropónico de maíz (kg /m <sup>2</sup> ). Utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays) variedad NB6.Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua	13
3. Rendimiento de materia seca de maíz (kg /m <sup>2</sup> ). Utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays) variedad NB6.Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua	14
4. Porcentaje de materia seca (kg/bandeja) Utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays) variedad NB6.Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua	15
5. Porcentaje de proteína bruta utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays) variedad NB6.Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua	16
6. Comparación para la variables Fibra neutra detergente (FND%),(kg/bandeja) utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays) variedad NB6.Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua	18

## INDICE DE CONTENIDOS

SECCION	PÁGINA
<b>I. DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>II. AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iii</b>
<b>III. INDICE DE CUADROS</b>	<b>iv</b>
<b>IV. INDICE DE FIGURAS</b>	<b>v</b>
<b>V. RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>VI. ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivo Especifico	3
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>4</b>
3.1 Ubicación del área de estudio	4
3.2 Clima	4
3.3 Tratamiento y Diseño experimental	4
3.4 Diseño Metodológico	5
3.5 Variables evaluadas	5
3.5.1 Producción de biomasa	5
3.5.2 Composición Química	5
3.5.3 Procedimiento analítico	5
3.6 Procedimiento del montaje y manejo del experimento	6
3.6.1 Instalación del invernadero no tradicional	6
3.6.2 Materiales y Herramientas	7
3.6.3. Riego	7
3.6.4. Procedimiento del cultivo	8

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>12</b>
4.1.1. Altura de las plantas alcanzada a los 12 días	12
4.1.2. Rendimiento de biomasa forrajera de maíz ( <i>zea mays</i> ) variedad NB6 (kg / m <sup>2</sup> )	13
4.1.3. Rendimiento de materia seca de maíz ( <i>zea mays</i> ) variedad NB6 (kg / m <sup>2</sup> )	14
4.1.4. Materia seca (%)	15
4.1.5 Proteína Bruta (%)	16
4.1.6 Fibra Neutra Detergente (FND)	17
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>20</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>21</b>
<b>VII. ANEXOS</b>	
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

<b>SECCION</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Aplicación de hipoclorito de sodio	8
2. Remojo de las semillas por 24 hrs	9
3. Riego sin fertilización	9
4. Aplicación de fertilizantes	10
5. Pesaje de los fertilizantes	11
6. Cosecha a los 12 días de edad	11

## **DEDICATORIA**

Dios: Por permitirme dar otro paso en la vida, en compañía de mis seres queridos, ya que sin la presencia divina, la vida no tiene sentido alguno, por ser el dueño y señor de todo el universo, además de poner a las mejores personas que me han ayudado siempre, por darme salud que es lo más importante y por estar siempre presente.

Mi padre: Sr. Edison Ramón Mcfield Richard que a pesar de todos los obstáculos presente en nuestra vida siempre me apoyaste, por enseñarme a luchar y a salir adelante a pesar de las caídas y tropiezos me has brindado libertad y confianza en mí misma. Por ser el mejor papa que me ha dado Dios.

Mi madre: Sra. Hilda Rosa García por ser ella que día a día trabajo arduamente para que yo pueda llegar a culminar mis estudios que siempre ha estado a mi lado apoyándome sin importar los obstáculos que se le presenten, por inducirme al camino del bien, por sus consejos, por ser un gran pilar de mi familia, por enseñarme a levantarme después de los fracasos gracias por ser la mejor la mamá del mundo.

Mi abuela: Susana Hernández por haber sido una gran abuela e instruirme como persona.

Mis hermanas: Por el apoyo brindado durante el transcurso de mi carrera y mantener firme nuestra amistad.

Mis profesores: Por enseñarme el A, B, C, por sus regaños, sus consejos y gracias a ellos no habría podido hacer este logro.

Mis amigos. Por compartir la dicha de ser estudiantes y tratar de ver lo mejor de todo, lo que sucede en este ámbito.

**Br. Seydi Esther Mcfield Garcia**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo y toda mi carrera universitaria a **DIOS** por ser quien ha estado siempre a mi lado en todo momento dándome las fuerzas y sabiduría necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se presenten, de igual manera me la dedico a **mi** en especial por superar todas las adversidades, miedos, temores y triunfos.

A mi mami **Albina Pascua** y mi papa **José Raúl López** ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, ellos son los que me han brindado cariño, amor, estudios, apoyo, a ellos les debo todo, sus consejos, regaños, alegrías y tristezas el cual estoy muy segura que las han hecho con todo el amor del mundo, son mis dos grandes pilares los amo.

A mis hermanos: **Jamileth y Ervin López Pascua** que han estado siempre a mi lado y por sobre todas las cosas este logro también es para mis sobrinos **Christopher, Jennifer, Solange Carballo López** fuente de motivación e inspiración a mi tía **María Elena Pascua** que estuvo siempre conmigo apoyándome siempre en cada momento, de igual manera a **Cristhiam Carballo** q lo considero como un hermano.

A los docentes que me han acompañado durante este largo camino brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitaria.

Dedico este trabajo de igual manera a mis tutores: **Ing. Wendell Mejía e Ing. Jerry Vivas** quien me han orientado en todo momento en la realización de mis sueños como lo es la realización de la culminación de mi carrera profesional que enmarca un escalón más hacia un futuro de mi vida.

**Br. Paula Elieth López Pascua**



## **AGRADECIMIENTOS**

Son muchas personas especiales a las que me gustaría agradecer su amistad su apoyo y compañía en las diferentes etapas de mi vida algunos que están aquí conmigo y otros en mi recuerdo y en el corazón sin importar en donde estén o si alguna vez lleguen a ver esta dedicatoria quiero darles las gracias por formar parte de mi, por todo lo que me han brindado y por sus bendiciones

A DIOS: Por haberme dado sabiduría y la fortaleza para que fuera posible alcanzar este triunfo.

Mis padres y mis hermanas: Con un eterno agradecimiento por apoyarme, desde siempre me han ayudado cada día a cruzar con firmeza el camino de superación, y con la cual he logrado terminar mi carrera profesional que es para mí la mejor de las herencias. No tengo palabras para expresar lo que son para mí

Mis familiares: Que de una y otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindando su apoyo incondicional

A los ingenieros Wendell Mejía y Jerry Vivas quienes llevaron la dirección y asesoría tan acertada de este trabajo, por su tiempo, conocimiento por sus críticas en la redacción de este trabajo y su buena voluntad.

A mi compañera de tesis Paula, amiga de toda la carrera y por su amistad brindada.

A la Universidad Nacional Agraria sede Managua por nuestra formación profesional.

A Reyna Pineda, Alicia Pérez, Aníbal Montiel, Andrés Meza y Edgard Sandoval que nos apoyaron con diversas actividades de nuestra investigación

A todos mis compañeros y amigos de la facultad de ciencia animal por formar parte de esta aventura siempre quedaran en mis recuerdos gracias

**Br. Seydi Esther Mcfield García**

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis, si bien ha requerido de esfuerzos y mucha dedicación por parte de las autoras, tutor y asesor de tesis, no hubiese sido posible su finalización, sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citare y mucha de las cuales han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación.

Primero y antes que nada, dar gracias a **Dios** por estar conmigo en cada paso que doy por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio, agradecer hoy y siempre a mi familia y está claro que si no fuese por el esfuerzo realizado por ellos mis estudios no hubiesen sido posible.

Agradezco muchísimo a los alumnos voluntarios por apoyarnos y ayudarnos en nuestra etapa de campo de la tesis a **Marlon Hernández Mairena** por el apoyo incondicional, de igual manera a mi tío **Dr. Julio López Flores** por apoyarme y orientarme en cada momento que lo necesite.

De igual manera mis más sincero agradecimientos a mis estimados y preciados tutores **Ing. Wendell Mejía e Ing. Jerry Vivas** por su apoyo, su dedicación por tenernos la paciencia y estar ahí siempre y cuando lo necesitábamos, más que todo eso, por ser muy buenos amigos, por todo eso gracias.

A mi compañera de tesis: **Seydi Mcfield** por estar siempre conmigo por comprenderme y apoyarme, por todos los momentos buenos y malos que hemos compartidos.

A la Facultad de Ciencia Animal por acogernos desde el inicio de nuestra carrera, Agradezco mucho al Ing. Carlos Ruiz y a la Lic. Damaris Mendieta y a la Ing. Rosa Rodriguez por apoyarnos.

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han estado siempre conmigo, en la realización de esta tesis, porque tanto ellas como yo sabemos que de lo más profundo de mi corazón, le agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo amor, cariño y amistad.

**Br. Paula Elieth López Pascua**

## RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio con el objetivo de estudiar el efecto de la fertilización en un invernadero no tradicional sobre la producción de biomasa forrajera hidropónica y composición química del maíz, variedad NB6. El mismo se realizó en la finca Santa Rosa de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA) donde los tratamientos evaluados consistieron en 3 tipos de fertilizantes y un tratamiento testigo, con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: 12-30-10; T2: UREA 46%; T3: 15-15-15; T4: Testigo (agua). Como unidad experimental se utilizó la cantidad de 2000g (2 kg) de semilla de maíz variedad NB6 distribuidas uniformemente en bandejas de aluminio de 0.25 m<sup>2</sup>. Las variables estudiadas fueron: altura de forraje a los 12 días, rendimiento de forraje verde hidropónico por m<sup>2</sup> (kg de FVH/m<sup>2</sup>), rendimiento de forraje seco por m<sup>2</sup>, %Materia Seca, % Proteína bruta, %Fibra detergente neutra. Se realizó análisis de varianza ANDEVA y separaciones de media utilizando Tukey (p<0.05) para las variables expresadas en porcentaje se tomaron muestras compuestas de 750g por tratamiento para enviarlas al laboratorio y se determinó %MS, %PB, %FDN. No hubo diferencias significativas (P >0.05) para la variable rendimiento de forraje verde hidropónico por m<sup>2</sup> (P<0.05) ni tampoco para la variable rendimiento de materia seca por m<sup>2</sup>. Se encontraron diferencias significativas (P<0.05) entre tratamientos para la altura donde la mayor altura se obtuvo con el fertilizante 12-30-10 y urea (32.50 y 26.25 Cm) y la de menor altura fue la del fertilizante 15-15-15 y agua (25.0 y 22 cm). El fertilizante 15-15-15 y agua obtuvieron mayor porcentaje de MS (27.89 y 26.50) y el fertilizante 12-30-10 y Urea con menor porcentaje de MS (24.30 y 23.84 %). En cuanto a proteína bruta todos los tratamientos obtuvieron resultados aceptables oscilando el porcentaje entre 15.31 a 17.8%. En cuanto a FDN el porcentaje varía de 42.53 a 53.18%. Se concluye que todos estos tratamientos se pueden utilizar en cualquier unidad de producción ya que todos obtuvieron excelentes resultados a pesar de que se utilizó un invernadero no tradicional.

**Palabras clave:** forraje verde hidropónico, solución nutritiva, 12-30-10, urea, 15-15-15, agua (H<sub>2</sub>O).

## ABSTRACT

A study was carried out with the goal of studying the effect of fertilization in a greenhouse on the production scale hydroponic green fodder corn, variety NB6. The trial was conducted at the beginning of May 2013, in a greenhouse handcrafted headquartered at farm Santa Rosa, facultad de ciencia Animal of the Universidad National Agraria, the design was a completely randomized design (CRD) where the treatments evaluated consisted of three nutritive solutions and one control treatment (water), with 4 replicates, the treatments evaluated were: T1: 12-30-10; T2: UREA 46%; T3: 15-15-15; T4: Testigo (water). used as the experimental unit the amount of 2000 g (2 kg) uniformly distributed in aluminum trays 0.25 m<sup>2</sup>. The study variables were: forage height reached after 12 days, hydroponic green fodder yield (kg FVH/m<sup>2</sup>), dry matter yield(kg FVH/m<sup>2</sup>), % dry matter, %crude protein, %neutral detergent fiber. Analysis of variance was performed using analysis of variance (ANOVA) and mean separations using Tukey (p <.05). For statistical analysis the percentages coded variables had to pull tray 175g each per treatment, then united to conform a mixture composed of 750 g per treatment and sent to a laboratory to determine percentages. Significant differences (P <0.05), between treatments for height as high as the 12-30-10 nutrient solution obtained and urea (32.50 and 26.25 Cm) and lower in height was 15-15-15 nutrient solution and H<sub>2</sub>O (25.0 and 22 Cm). For variable hydroponic forage yield per m<sup>2</sup> (P <0.05) between the 12-30-10 nutrient solution and water (18.4 and 16.5 kg/m<sup>2</sup>), respectively. No significant differences (P >0.05) For variable dry matter yield per m<sup>2</sup>. The nutritive solution and H<sub>2</sub>O 15-15-15 MS got highest percentage (27.89 and 26.50) and 12-30-10 and Urea nutrient solution with the lowest percentage of MS (24.30 and 23.84%). Regarding all treatments crude protein obtained excellent results ranging 15.31 percentages 17.8%. Regarding the percentage ranges from FDN 42.53 to 53.18%. We conclude that these treatments can be used in any production unit since all did very well even though they use a handcrafted greenhouse.

**Keywords:** green fodder hydroponic, nutritive solution, 12-30-10, urea, 15-15-15, water (H<sub>2</sub>O)



## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de plantas sin suelo se desarrolló a partir de investigaciones llevadas a cabo para determinar que sustancias hacían crecer a las plantas y la composición de ellas. A inicios de los años treinta, científicos de la Universidad de California, realizaron ensayos de nutrición vegetal a escala comercial, denominándolo sistema de cultivo “Hidropónico”, palabra derivada de las voces griegas hydro (agua) y ponos (labor, trabajo), es decir, “trabajo en agua”.

El forraje verde hidropónico (FVH.) es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (cebada, maíz, sorgo, soya, etc.) El cual se desarrolla en un periodo de 9 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales disueltos en una solución nutritiva (Cultivos Hidropónicos, 1992).

En Nicaragua, existe escasa investigación e información registrada sobre la producción de FVH, debido al desconocimiento de las enormes ventajas que podrían obtener los agricultores, y en muchos casos la inexperiencia y poco interés que se tiene por este tipo de cultivos.

En nuestro país, han ocurrido innumerables pérdidas importantes de animales menores como consecuencia de un déficit alimentario en forraje, heno, ensilaje o granos.

Algunos fenómenos adversos, como baja fertilidad en el suelo, sequías prolongadas y lluvias torrenciales, afectan negativamente la producción, dado que limitan el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales; a esto se añaden la escasa disponibilidad de forrajes, debido principalmente a que las áreas de terreno que estaban destinadas para producir pastos, están siendo orientadas a producir cultivos para consumo humano, por lo cual, en un corto plazo la escasez de forraje provocará un descenso en la alimentación animal.

Las condiciones adversas han despertado el interés en muchos productores, para encontrar alternativas que les permitan obtener un forraje en cantidad y calidad, a bajos costos, con lo que se espera eleven la producción y rentabilidad de sus sistemas.

Frente a las circunstancias de déficit alimentario, surge una alternativa válida, la implementación de un sistema de producción de Forraje Verde Hidropónico, que permite paliar o prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdida de peso, escaso volumen de leche, problemas de fertilidad, y otros) especialmente al nivel de los pequeños y medianos productores.

A si mismo ayudaría a la reestructuración ecológica, de pequeños agricultores que no cuentan con el espacio adecuado o con tierras aptas para la actividad agrícola, condición que representa un buen escenario para producir alimentos básicos y necesarios, de acuerdo a sus necesidades de consumo humano y animal, e incluso sus excedentes pueden ser comercializados entre los familiares, amigos o vecinos, contribuyendo a la economía familiar (FAO, 2001).

La FAO (2001) propone las siguientes ventajas y desventajas con el uso de FVH:

Ventajas: Ahorro de agua, eficiencia del uso del espacio, eficiencia en el tiempo de producción, calidad de forraje de los animales, inocuidad, bajos costos de producción, diversificación e intensificación, alianzas y enfoques comerciales.

Desventajas: desinformación y sobrevaloración de la tecnología, costos de inversión inicial elevados.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada y completa en un invernadero no tradicional, sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz variedad NB6.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de cada una de las dosis de fertilización nitrogenada y completa Vs testigo sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz variedad NB6.
- Estimar la composición química del FVH con la aplicación de tres tipos de fertilizantes.
- Seleccionar el tratamiento con mejor rendimiento y composición química en la producción de forraje hidropónico en un invernadero no tradicional.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del área de estudio**

El trabajo se realizó entre el 22 abril y 9 mayo del año 2013. Para tal efecto se construyó un invernadero no tradicional en la Finca Santa Rosa de la Facultad de Ciencia Animal de la UNA, municipio de Managua, departamento de Managua, ubicada entre las coordenadas geográficas 12°08' 15" latitud Norte y 86°09' 36" longitud Oeste, a una altura 56 msnm.

#### **3.2. Clima**

La zona presenta una época lluviosa bien definida durante los meses de mayo a octubre, la precipitación media anual es de 1,132 mm. La temperatura media anual es de 27 °C, con una humedad relativa anual de 73.2% (INETER, 2006).

La zona ecológica corresponde a bosque tropical seco (Holdridge, 1978).

#### **3.3. Tratamientos y Diseño experimental**

Los tratamientos evaluados consistieron en tres fuentes de fertilizantes Vs el testigo que son:

T1: 12-30-10 (N- P- K)

T2: Urea 46%

T3: 15-15-15 (N- P-K)

T4: Testigo (agua)

Se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Como unidad experimental se utilizó la cantidad de 2000 g (2kg) de semilla de maíz por tratamiento y repetición.

Mediante la prueba de separación de medias (Tukey), se estimó evaluar el comportamiento de las variables.

### **3.4. Diseño metodológico**

Para la producción de forraje verde hidropónico, se utilizó la metodología propuesta por Jiménez y Elizondo (2002).

La misma consiste en un molde (bandeja), posteriormente se deposita la semilla, previamente lavada, desinfectada y remojada, para pregerminarla. Se aplica riego en forma de lluvia para mantener la humedad. La cosecha de FVH se realiza a los 12 días de germinada.

### **3.5. Variables evaluadas**

Las variables de interés como parámetros de producción e indicadores de la calidad nutritiva del Forraje hidropónicos fueron:

#### **3.5.1. Producción de biomasa**

- Altura (cm)
- Rendimiento de forraje verde hidropónico (kg de FVH/m<sup>2</sup>)
- Rendimiento de materia seca de forraje hidropónico (kg de FVH/m<sup>2</sup>)

#### **3.5.2. Composición química**

- Materia seca (%)
- Proteína bruta (%)
- Fibra neutro detergente (%)

Para determinar proteína bruta se utilizó el método de Kjeldah y para determinar fibra detergente neutra (FND) se utilizó el método de Van Soest, se tomaron muestras compuestas por 750 g para cada uno de los tratamientos, y se trasladaron al laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencia Animal (UNA).

### 3.5.3. Procedimiento analítico

Se realizó análisis de varianza utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio

$i$  = Tratamientos

$j$  = Repetición

Para el análisis estadístico de varianza se utilizó el programa computarizado MINITAB y dependiendo de los resultados se realizó la prueba de Tukey para determinar tratamiento de mejor comportamiento.

## 3.6. Procedimiento del montaje y manejo del experimento

### 3.6.1. Instalación del invernadero no tradicional

La construcción del invernadero se realizó en un ambiente semicerrado tipo rectangular, a fin de que el forraje obtuviera excelente iluminación y una buena ventilación, para ello se construyó un invernadero artesanal, siendo las dimensiones del mismo: 2.5m de altura x 5m de ancho x 3m de largo. La orientación fue bajo el eje norte-sur.

Dentro de la estructura del invernadero se construyeron andamios de madera con el objetivo de sostener las bandejas metálicas a una altura de 1.5m.

Se utilizaron 16 bandejas metálicas de 0.25 m<sup>2</sup> con una profundidad de 5 cm, la misma tenía perforaciones para facilitar el drenaje del agua, se compraron sacos blancos de nylon usados para formar el techo.

### 3.6.2. Materiales y herramientas

Concepto	Cantidad	Unidad
Fertilizante (urea 46%)	1	kg
Fertilizante (15-15-15)	1	kg
Fertilizante (12-30-10)	1	kg
Maíz variedad NB6	50	kg
Cuartones de madera de 4 x 4	4	m
Reglas de madera de 2x1	5	m
Pluviómetro y termómetro	1	unidades
Clavos de 2 pulgadas	1	kg
Plástico negro	10	Yardas
Sacos de nylon	45	unidad
Atomizador	1	unidad
Hipoclorito de Sodio	1	Litro
Balanza de precision	1	unidad
Cinta metrica	1	unidad
Martillo	1	unidad
Balanza	1	unidad
Regla	1	unidad

### 3.6.3. Riego

El riego se realizó en tres tiempos; 6:00 a.m., 02:00 p.m. y 10:00 p.m. horas, en la primera fase que comprendió la etapa de germinación, se utilizó un sistema de riego manual (durante los primeros 4 días), en la segunda etapa “de producción” se utilizó el mismo atomizador manual con capacidad de 500 ml, ya en la tercera etapa se hizo la aplicación de fertilizantes (del 5to al -7mo día) mediante el uso de un recipiente graduado (500 ml) y los riegos fueron dos veces al día, en la última etapa (del 8avo-12avo día) los riegos fueron continuos debido al incremento de temperatura.

Para el montaje del experimento se utilizó semilla no certificada de maíz (*Zea mays*) variedad NB6.

La unidad experimental fue constituida por la cantidad de 2000g de semilla de maíz variedad NB6 con semilla pura germinable por tratamiento y repetición, se hizo prueba de germinación previa resultando con 70% de germinación.

#### **3.6.4. Procedimiento del cultivo**

1. Selección de las semillas para el ensayo (50kg de maíz variedad NB6) con el fin de obtener las semillas en buenas condiciones, eliminando todas aquellas que estuvieran en mal estado (semillas partidas o cuerpos extraños).

2. Pesaje de las semillas en cada bandeja utilizando una balanza, tomando en cuenta el porcentaje de semilla pura germinable.

3. Prelavado o desinfección de la semilla en un balde plástico, aplicando una solución de hipoclorito de sodio al 1% (10 ml de hipoclorito de Sodio en un litro de agua), dejándolas remojar por 3 minutos. El lavado tuvo por objetivo eliminar hongos, bacterias y residuos. Finalizada la desinfección se procedió a enjuagar las semillas con agua limpia.



Foto1. Aplicación de hipoclorito de sodio  
Tomada por Ing. Jerry Vivas (2013)

4. Escarificación de semillas mediante la sumersión en agua (1 kg de semilla en 1 litro de agua) durante 24 horas, cambiando el agua cada vez que se tornará turbia, esta etapa paso se considera como pregerminación.



Foto 2. Escarificación de las semillas por 24 h  
Tomada por Ing. Jerry Vivas (2013)

5. Oreado de semillas colocándolas sobre un plástico por 24 horas al ambiente. Cabe recalcar que en esta etapa existe una liberación de calor considerable en el grano, para estimular el crecimiento del embrión.

6. Traslado y tapado de las semillas al invernadero, proveyéndoles un ambiente sin luz (al cubrirlas con plástico negro a cada bandeja por 24 h) con el propósito de estimular a brotar las plántulas.

7. Para lograr una adecuada germinación, las semillas en las bandejas dentro del invernadero, se mantuvieron a temperatura ambiente, con buena ventilación, luminosidad y con la ayuda de un atomizador se les aplicó riego. Los primeros 4 días post-siembra de la semilla los riegos se aplicaron a no más de 500 ml de agua por  $0.25m^2$ , para ello se dividió en 3 horarios; 6:00 a.m., 2:00 p.m. y 10:00 p.m.



Foto 4. Riego sin fertilización  
Tomada por Ing. Wendell Mejía (2013)

8. Del quinto a sétimo día se realizó la aplicación de las soluciones nutritivas (15-15-15, 12-30-10, UREA 46% y testigo) de tal manera que se aplicaron dosis de 2 gramos de nitrógeno por tratamiento, tomando en cuenta las concentraciones de cada elemento en cada una de ellas. El número de riegos en esta etapa fue de 2 veces/día (10:00 a.m. y 4:00 p.m.).

Del octavo al décimo segundo día, el riego se realizó exclusivamente con agua, a razón de 2 L de agua por  $0.25\text{m}^2$  (sin fertilizante), para eliminar todo rastro de sales minerales sobre las hojas y/o raíces.

Los fertilizantes utilizados, previamente fueron pesados en una balanza electrónica, se diluyeron en un litro de agua para su aplicación y el aporte de cada elemento fue el siguiente: urea 4.3 g que equivale a 2 g de nitrógeno (N); 15-15-15 que equivale a 13.33 g (2 g de nitrógeno, 2 g de fósforo y 2 g de potasio); 12-30-10 que equivale a 16.66 g (2 g de nitrógeno, 5 g de fósforo y 1.66 g de potasio), respectivamente.



Foto 5. Aplicación de fertilizantes  
Tomada por Ing. Wendell Mejía (2013)

No existe un fertilizante óptimo para todos los cultivos, debido a que no todos los cultivos tienen las mismas exigencias nutricionales, son 13 los minerales esenciales que todo fertilizante debe proporcionar a las plantas: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cloro, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, y molibdeno.



Foto 6. Pesaje de los fertilizantes con una balanza de precisión  
Tomada por Ing. Jerry Vivas (2013)

9. La cosecha se realizó 12 días después de la siembra. Se pesó cada bandeja, restando el peso de la misma se obtuvo el peso fresco por bandeja. Se obtuvo una muestra de 750 g para ser enviada al laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencia Animal de la UNA, con el fin de obtener los resultados del porcentaje de materia seca, proteína y fibra detergente neutra. Posteriormente con los rendimientos obtenidos de cada bandeja por cultivo y repetición, se extrapolaron los datos para obtener rendimiento del forraje producido por bandeja en el sistema no tradicional.



Foto 7. cosecha a los 12 días de edad  
Tomada por Paula López (2013)



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.1. Altura de las plantas alcanzada a los 12 días

Se encontró diferencias significativas para la variable altura de las plantas con respecto a los T1 y T2, T3 (Cuadro 1).

**Cuadro1.** Altura (cm) de plantas de forrajeras, para tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) variedad NB6, Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua.

Tratamientos (Sustancias nutritivas)		Medias (cm)	Prueba de Tukey*
T1	12-30-10	32.50	a
T2	Urea	26.25	ab
T3	15-15-15	25.0	ab
T4	Agua	22.25	b

\*Literales iguales en la misma columna no difieren ( $p > 0.05$ )

Las comparaciones de media muestran que hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos para esta variable. (Ver cuadro 1). Lo que muestra que el T1 fue superior en altura con (32.50 cm), seguido del T2 (26.25 cm) y el T3 (25.0 cm). Moyano *et al.*, (2012) propone que la cosecha se hace cuando la plántula ha alcanzado un promedio de 25 cm y que este desarrollo demora de 8 a 12 días, dependiendo de las condiciones ambientales y la frecuencia de riego.

La cosecha de este experimento fue a los 12 días, y se confirma que bajo las condiciones ambientales que obtuvimos y los tratamientos evaluados, podemos superar la meta de 25 cm expresada anteriormente.

Sin embargo el T1 fue altamente significativo con respecto al T4 ( $p < 0.01$ ), ya que presentó 32.5 cm, siendo mayor que el tratamiento testigo.

Entre el T2 y T3 no hubo diferencias significativas, ambos estadísticamente se comportaron igual, pero si se encontró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el T2 y T3 con respecto al tratamiento testigo.

Según Palomino (2008), el FVH cuando mide de 20 a 30 cm de altura es suculento, esto depende del periodo de crecimiento debido a su alto valor nutritivo alcanzado a esta altura.

#### 4.1.2. Rendimiento de biomasa forrajera de maíz (*Zea mays*) variedad NB6 (kg/ m<sup>2</sup>)

Para el rendimiento (kg/m<sup>2</sup>) de biomasa forrajera, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. De manera que las medias por tratamiento fueron similares (Cuadro 2).

**Cuadro2.** Rendimiento de Forraje Verde Hidropónico de maíz (kg /m<sup>2</sup>). Utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz, (*zea mays*) variedad NB6. Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua

Tratamientos		Medias(kg/m <sup>2</sup> )	Prueba de Tukey
T1	12-30-10	18.4	a
T2	Urea	17.9	a
T3	15-15-15	17.8	a
T4	Agua	16.5	a

Literales iguales en la misma columna no difieren (p>0.05)

Estos resultados no concuerdan con el estudio realizado por Parra *et al.*(2006), quienes señalan que el rendimiento de forraje fresco a partir de un kilogramo, depende del día de cosecha y la fertilización, y puede producir 16.49 kg/m<sup>2</sup> a los 12 días de edad.

De acuerdo con Vargas (2008) citado por Osorno *et al.* (2012), a partir de 1 kg de semilla se puede producir una masa forrajera de 6 a 8 kg consumible en su totalidad, promedio que resulta similar al obtenido en el presente trabajo (si se tiene en cuenta que en el presente estudio se utilizaron 2 kg).

Elizondo (2005) por su parte menciona que a partir de 1 kg de semilla, se pueden obtener 9 kg de biomasa, valor similar al del presente estudio (si se tiene en cuenta que se utilizaron 2 kg), a pesar que la semilla utilizada no fue certificada y contó con un 70% de germinación.

Coincidiendo también con lo establecido por Valdivia (1997), Mc Intosh y Sneath, (2003) citado por Vargas (2008), quienes consideran un buen rendimiento en forrajes bajo sistemas hidropónicos, cuando la relación se mantiene 1:5 (en el presente 1:4.5) y que resulta complicado cuando la limitante es la calidad de la semilla.

#### 4.1.3. Rendimiento de materia seca de maíz (*Zea mays*) variedad NB6 (kg / m<sup>2</sup>)

Como se puede observar, el rendimiento de materia seca (kg/m<sup>2</sup>) fue similar entre los tratamientos, de manera que las plántulas estaban en el mismo estado fenológico, al respecto INFOAGRO (2009) expresa que las principales variables que controlan la fenología de un cultivo son: fecha de siembra, duración del día, temperatura, suministro de humedad, componente genético, y manejo de la planta. Condiciones que fueron iguales en el presente estudio para los tratamiento evaluados (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Rendimiento de materia seca de maíz (kg/m<sup>2</sup>). Utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) variedad NB6. Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua

Tratamientos		Medias(kg/m <sup>2</sup> )	Prueba de Tukey
T1	12-30-10	4.74	a
T2	Urea	4.26	a
T3	15-15-15	4.96	a
T4	Agua	4.28	a

Literales iguales en la misma columna no difieren (p>0.05)

#### 4.1.4. Materia seca (%)

El tratamiento con mayor porcentaje en materia seca se obtuvo con la formulación del T3 (15-15-15), seguido del tratamiento testigo con 26.50%, obteniendo los valores menores el T1 (12-30-10) y T2 (Urea) con 24.30 y 23.84%, respectivamente (Cuadro 4).

**Cuadro4.** Porcentaje de materia seca (kg/bandeja) utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) variedad NB6, Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua

Tratamientos		Materia Seca (%)
T1	12-30-10	24.30
T2	Urea	23.84
T3	15-15-15	27.89
T4	Agua	26.50

Muestra única

Los resultados de este estudio no concuerdan con lo expresado por Tarrillo (2007), quien recopilando información de varios autores, aduce que es posible obtener valores de MS entre 12 - 20% en sistema hidropónicos, en cambio Espinoza *et al.*(2004) reportan valores de 14.43% de MS, en forraje verde hidropónico de maíz.

Rodríguez (2000) menciona que dependiendo de la especie forrajera es posible obtener materiales que varían entre 12 y 18% MS. No obstante los valores encontrados en este estudio resultan mayores a los reportados anteriormente y coinciden con los valores mencionados por otros autores quienes aseguran que los rendimientos esperados en cuanto a porcentaje de MS oscilan entre 20 y 30% (Elizondo, 2005;FAO, 2001; Carballo, 2000; Müller *et al.*, 2000).

El uso de estos fertilizantes es adecuado bajo este sistema, ya que aunque representa un gasto adicional. El cultivo de Forraje Verde Hidropónico sobre cama de residuos vegetales fibrosos, usado tradicionalmente, le confiere a la mezcla de forrajes- sustrato menor valor nutritivo en términos de consumo de MS, digestibilidad aparente y ganancia media diaria de peso en rumiantes (Herrera *et al.*,2007).

#### **4.1.5. Proteína bruta (%)**

En cuanto al porcentaje de proteína, el tratamiento (T1) presentó el menor contenido (15.31%), siendo el más alto el T3 (17.80%), seguido por el T2 (16.20%) y T4 (16.08%) a los 12 días de edad.

Rodríguez (2003), reporta que los valores a los cuales cada cultivo y variedad tienen una óptima producción, están marcados por relaciones de altura-proteína. Bonhert *et al.* (2002), menciona que un forraje con un contenido de proteína mayor a 6%, es un forraje de buena calidad (Cuadro 5).

**Cuadro5.** Porcentaje de proteína bruta utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) variedad NB6, Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua

Tratamientos (Fertilizante)		Medias (% PB)
T1	12-30-10	15.31
T2	Urea	16.20
T3	15-15-15	17.83
T4	Agua	16.08

Muestra única

Al observar los resultados, el T3 presentó ventajas con respecto al T1, T2 y T4, probablemente el maíz absorbió cantidades diferentes de soluciones nutritivas y las diferencias en la composición integral de cada fertilizante pudieron haber influido en el comportamiento. Por otro lado se observó que las raíces en el T3 tuvieron mayor grosor, es decir mayor desarrollo radicular, que haya influido en el comportamiento al haber tenido mayor capacidad de absorción de nutrientes y por ende de nitrógeno.

Esto puede explicarse debido a que la proporción y concentración en que se encuentran los nutrientes en la solución del T3 sea la más adecuada a las necesidades del maíz en cultivos hidropónicos, bajo las condiciones de experimentación, confirmando la observación realizada por Urias (1997), cuando mencionó que no existe una única fórmula para nutrir los cultivos hidropónicos, y la mejor es la que experimenta óptimos resultados.

De acuerdo con Müller *et al.*, (2005), afirman que a menor edad del germinado y mayor densidad de semilla por unidad de área, se obtienen mayores valores de PB (maíz grano 20,41%; maíz grano blanco con 16.83%), afirmaciones que respaldan los resultados del presente estudio y que inclusive resultan mayores en alguno de los tratamientos.

En un estudio realizado por Moyano *et al.*(2012), observaron que el comportamiento de la proteína del Forraje Verde Hidropónico de *Zea mays* en función del tiempo de cosecha, presenta su pico máximo de contenido proteico en el día decimo, a partir del cual empieza a descender levemente hasta el día doce, de ahí en adelante presenta un descenso vertiginoso, lo cual es compatible con reportes publicados por expertos en la materia.

Es por esta razón que se ha establecido que el tiempo máximo de germinación de las plántulas no debe exceder del día doce. La decisión del día 10, 11 o 12 dependerá del área foliar alcanzada y peso del tapete, pues en esta etapa del crecimiento está en plena expresión.

#### 4.1.6. Fibra neutra detergente (FND)

La fibra es el constituyente mayoritario del alimento. Su importancia para los animales radica en su influencia sobre la velocidad de tránsito y como un sustrato importante para el crecimiento de los microorganismos del rumen, factor directamente relacionado con la salud y los rendimientos productivos de los animales.

El análisis de Fibra Detergente Neutra (FDN) abarca a todos los componentes de la pared celular (Celulosa, Hemicelulosa, Lignina y Sílice). A medida que el forraje madura aumenta su contenido de FDN, lo que determina una tasa de digestión más lenta, con mayor tiempo de pasaje por el tracto digestivo.

En términos prácticos, el FDN es inversamente proporcional a la capacidad de consumo que los animales tendrán sobre ese alimento (a más FDN, menos consumo voluntario.)

El mayor contenido de fibra detergente neutra lo obtuvo el T1 (12-30-10) con un porcentaje de 53.18%, seguido del T4 (testigo) con un porcentaje de 48.35%, para el resto de tratamientos T2 (urea), T3 (15-15-15) con resultados de (45.52 y 42.53% respectivamente) (Cuadro 6).

**Cuadro6.** Comparación para la variables Fibra neutra detergente (FND%),(kg/bandeja) utilizando tres tipos de fertilizantes y un testigo (agua) en la Producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays) variedad NB6. Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, Nicaragua

Tratamientos		Medias
(Fertilizante)		(%/bandejas )
T1	12-30-10	53.18
T2	Urea	45.52
T3	15-15-15	42.53
T4	Agua	48.35

Muestra única

Herrera *et al*(2007) indican que valores superiores al 55% de FND, dificultan la digestibilidad del forraje, limitando el aprovechamiento eficaz del contenido calórico del producto, por lo que se puede indicar que en nuestro estudio el Forraje Verde Hidropónico se encuentra dentro de los límites aceptables de FND.

Mesa, (2005), en un trabajo realizado con forraje verde hidropónico de maíz reporta valores de FDN entre 39 y 41% cifras inferiores a la encontrada en nuestro estudio, pero concuerda con Vargas, (2008) que encontró un 43.15% de FDN en forraje hidropónico de maíz.

Según la NRC (2001) las dietas de rumiante deben contener al menos 25 a 35% de FDN para asegurar un buen funcionamiento del rumen; pero también es conocida la relación inversa que existe entre el contenido de FDN y el valor nutritivo, consumo y digestibilidad de los forrajes.

Esta fracción química corresponde al material estructural de las células vegetales, cuya composición química compleja la hace potencialmente digestible por los rumiantes, quienes pueden obtener a partir de ella la energía necesaria para sus funciones vitales.

Químicamente, FDN está conformada principalmente por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, pero además presenta cantidades variables de proteínas, pectinas y cenizas ligadas a esta fibra.

## VI. CONCLUSIONES

- ❖ Al utilizar diferentes sustancias nutritivas (12-30-10, Urea, 15-15-15), con respecto al testigo (Agua) no hubo efecto significativo en el rendimiento de FVH.
- ❖ En cuanto a la composición química de cada uno de los tratamientos fue la siguiente: para el fertilizante T1 (12-30-10) MS: 24.30, PB: 15.31, FND: 53.18; T2 (UREA 46%) MS: 23.84, PB: 16.20, FND: 45.52; T3 (15-15-15) MS: 27.89, PB: 17.83, FND: 42.53; T4 (TESTIGO- AGUA) MS: 26.50, PB: 16.08, FND: 48.3.
- ❖ El mejor tratamiento con base a la composición química fue el T3 (15-15-15) que destacó valores con 17.83 de PB y 27.89% de MS y 42.53% de FDN con un rendimiento de 17.8 de kg/m<sup>2</sup>.



## VII. RECOMENDACIONES.

- Realizar para próximos trabajos de investigación la implementación de invernadero no tradicionales, utilizando materiales reciclables que se puedan encontrar en la finca.
- Realizar trabajos de investigación tomando en cuenta los factores climáticos y manejo del cultivo como: temperatura, humedad relativa y densidad de siembra.
- Realizar evaluación con diferentes tipos de sustancias nutritivas que sean amigable con el medio ambiente.
- Proponer a los productores la implementación de invernaderos no tradicionales para disminuir los costos de producción de FVH.
- El invernadero no tradicional no tuvo ningún efecto negativo en la producción ni en la composición química de FVH de maíz por lo tanto se recomienda utilizar cualquiera de estos tratamientos utilizados en nuestro estudio.

#### IV. LITERATURA CITADA

- Bonhert, D.W.,Schauer,S.J. 2002. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low quality forage: II Ruminant fermentation characteristics. J. anim. Sci 80: 2978-2988
  
- Carballo, C. 2000. Manual de procedimientos para generar granos para alimentación animal. Culiacán, MX. 9 p. (en línea). Consultado 10 feb. 2013. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm>.
  
- Cultivos Hidropónicos, 1992.Ediciones Culturales Ver. Industria Agroquímica. Ltda. Fascículo 9. Bogotá, CO. 152 p.
  
- Elizondo, J. 2005. Forraje verde hidropónico: Una alternativa para la alimentación animal. Revista EIAG informa. No 32. Edit. Athenas. San José, CR. 36-39p.
  
- Espinoza, F.; Argeti, P.; Urdaneta, G; Areque, C; Fuentes; A; Palma, J.; Bello, C. 2004. Uso de forraje del maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de torete mestizo. Venezuela. Revista zootecnia Tropical 22(4):303-315.
  
- FAO (Organización de las Naciones Unidad para la agricultura y alimentación, IT). 2001. Manual técnico: Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile. 68 p.
  
- Hidroforraje. 2013. Manual de equipo de producción de forraje hidropónico (en línea). Consultado 8 feb. 2013. Disponible en <http://info@hidroforraje.com.ar>.

- Herrera, A.; Depablos, L.; López, R.; Benezra, M.; Ríos, L. 2007. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de Maíz (*Zea mays*). Repuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Revista científica, FCV-LUZ. No 4. (en línea). Consultado el 10 de jun. 2013. Venezuela, 8 p. disponible en:
- Holdridge, L.R.1978. ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA. Serie: libros y Materiales educativos N<sup>o</sup> 34. San José. CR 216 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de estudios Territoriales). 2006. Datos de la estación meteorológica. SAINSA. Managua. NI.
- INFOAGRO (Instituto de Fomento Agropecuario). 2009. Manual de lombricultura. Maracaibo, VE. (en línea). Consultado el 6 de oct. 2013. Disponible en <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/18577.html>
- Jiménez.; Elizondo. Sf. elaboración y uso de alfombras forrajeras hidropónicas. Serie: utilización de cultivos forrajeros. Facultad de agronomía escuela de zootecnia. Universidad de Costa Rica.(guía técnica Numero 15).San José, CR.2p.
- Meza, A.R; Hussein, D.E. García. 2005. Efecto del liplant en el rendimiento de materia seca de *Morus alba*. Pastos y forrajes. 28 (2):141-147.
- Moyano, L.; Sánchez, H. 2012. Comportamiento de la proteína de forraje verde hidropónico en función del tiempo de cosecha. Revista sistemas agroecológicos, 3(2).10p.
- Muller, L; Manfron, P; Santo, O; Medeiros, S; Haut, V; Dourado, D; Binotto, E; Banderia, A. 2005. Producción y composición bromatológicas de forraje hidropónico de maíz (*Zea mays* L) con diferente densidades de siembra y días de cosecha. Brasil. Zootecnia Tropical. 23(2):105-119.
- NRC(2001). Nutrient requirements of dairy cattle.7ed.washington D.C. national academy of science.381p

- Osorno Reyes, R.A; Gonzales Murillo. L.M.(2012). Producción y calidad de la biomasa forrajera de *zea mays*, *sorghum bicolor*, *oriza sativa* en alfombra forrajera hidropónica Tesis Ing zoot. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal. Managua, NI.24p.
- Palomino, K. 2008.Producción de forraje hidropónico. Primera edición. Empresa, editora Macro EIRL. Miraflores Perú. Pág.5-59
- Parra, B.; Cigales Rivera, J; Salazar, L; Urquiaga, S.2006. Caracterización de variedades de maíz mediante 15 nutrientes como marcadores en tres etapas fenológicas. Revista Fitotec. México. 29:13-17.
- Rivera, A.; Morant, M.; González, M.; González, D.; Perdomo, D.; García, D.; Hernández, G. 2010. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) en condiciones de iluminación deficiente. Zootecnia tropical 28(1). 41p.
- Rodríguez, S. 2000. Hidroponía: una solución de producción en Chihuahua, México. Boletín informativo de la red Hidroponía N° 9. Lima, Perú.
- Snealth, R; McIntosh, F. 2003. Review of hydroponic fodder production for beef cattle. On farm. Meat&Livestock. AutraliaLimited. Australia. 54 p.
- Tarrillo, H. 2007. Forraje verde Hidropónico, forraje de alta calidad para la alimentación animal (en línea). Arequipa Perú. Consultado 15 jul 2013. Disponible en (<http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php>)
- Urias, E.1997. Hidroponía. como cultivar si tierra. red Hidroponía. Lima,Peru.p.7
- Vargas, C.; 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de Maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía Mesoamericana. Costa Rica. Vol. 19. No2. 9 p. (en línea). Consultado el 11 de mar. 2013. Disponible en: <http://www.Redalyc.org/articulos.oa>.



# ANEXOS

Anexo 1.



Alumnos voluntarios apoyando con el traslado de los  
Materiales para la elaboración del invernadero no tradicional

Anexo2.



Alumnos voluntarios apoyando en la realización  
Del invernadero no tradicional

Anexo 3.



Techo hecha de sacos de nylon para cubrir el invernadero

Anexo 4.



Seydi pegando la carpa de sacos al invernadero



Anexo 5



Construcción finalizada del invernadero no tradicional

Anexo 6.



Termómetro y pluviómetro

Anexo 7



Medición con regla para la altura

Anexo 8.



Muestras compuestas de 750 g para enviar al laboratorio