

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Evaluación de Mezclas de Solución Nutritiva  
(*soluciones nutritivas orgánicas*)  
En la Producción de Forraje Verde Hidropónico  
(*x Triticosecale W.*)

Por:

ALVARO ESTRADA VELASCO

TESIS

*Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:*

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

*Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.*

**Marzo del 2006**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación de Mezclas de Solución Nutritiva  
( soluciones nutritivas orgánicas )  
En la Producción de Forraje Verde Hidropónico  
(x. Triticosecale W. )

Por:

**Alvaro Estrada Velasco**

TESIS

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito  
Parcial para Obtener el Título de:

*Ingeniero Agrónomo Zootecnista*

Aprobada

Presidente del jurado

\_\_\_\_\_  
Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Sinodal

Sinodal

\_\_\_\_\_  
Ing. José Ángel de la Cruz Bretón

\_\_\_\_\_  
Dr. Jorge Galo Medina Torres

Suplente

\_\_\_\_\_  
Ing. Alberto Moyeda Dávila

\_\_\_\_\_  
Dr. Ramón F. García Castillo  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo del 2006

## *AGRADECIMIENTOS*

*Agradezco a Dios por haberme prestado la vida, por darme la oportunidad de alcanzar una meta más en mi vida, por iluminarme siempre en mi camino y librarme de todo peligro.*

*A mi "ALMA TERRA MATER", por haberme abierto sus puertas para poderme formar como profesionalista, por todo esto que me ofreció es y seguirá siendo, mi segunda casa.*

*Al Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés, por su paciencia, asesoramiento, orientación y aportación de conocimientos para poder hacer posible este trabajo. Y Mas que nada gracias por su disponibilidad que siempre la tenia. Gracias por todo.*

*Al Ing. José Ángel de la Cruz Bretón, por haber sido unos de los asesores de este trabajo, por haberme dado la oportunidad de realizar mi tesis y por su valiosa sugerencias y orientación.*

*Al Dr. Jorge Galo Medina por aceptar participar en este trabajo y por la amistad mostrada aun por el poco tiempo de conocerlo en mi estancia en la universidad.*

*Al Ing. Alberto Moyeda Dávila, que además de aceptar participar en este trabajo, a lo largo de mi estancia en esta universidad, siempre pude contar con su disponibilidad para que me brindara sus conocimientos y su valiosa amistad.*

*A la familia Estrada Grajales por su apoyo moral y económico gracias familia. A Mariano Nanduca por la aportación de su computadora para redactar este trabajo, gracias mariano.*

*A todos mis compañeros que encontré durante mi estancia en la U.A.A.A.N, en especial a los de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Generación 100*

## DEDICATORIAS

*Con el más sincero Amor a mi madre:*

***Concepción Albores Vicente.***

*Por su amor y fortaleza mostrada en los tiempos adversos para ayudarme a salir adelante, nunca terminare de agradecerle todo lo que me ha dado. Al igual que nunca me cansare de dar gracias a Dios por haberme permitido ser su hijo usted seguirá siendo la mas grande de toda las mujeres por que supo ser mamá y papá al mismo tiempo. Te quiero mucho.*

*Con respeto y admiración a mi primo hermano:*

***Prof. Dimas Morales Estrada***

*Gracias por tenerme confianza y cariño como lo tiene un padre asu hijo, por tu ayuda económica que yo se que no te importa. Gracias por enseñarme hacer honesto y a luchar por una meta la cual ya gane y te la brindo, por que fuiste un pilar indiscutible en mi formación moral y profesional. Por tus sabios consejos y amor que me brindaste siempre tendrás un lugar en mi corazón como un padre, ojala algún día pueda pagarte todo lo que tu hiciste por mí.*

*Gracias primo.*

*A mis Hermanos:*

***Juanita Estrada Albores.*** *Por su gran amor que siempre me demuestra y su inmenso cariño, por su apoyo moral que medio para seguir adelante.*

***Noemí Estrada Albores.*** *Por su apoyo económico; y el gran amor que siempre me demuestra, porque esta siempre conmigo en las buena y en las malas, cuidándome y guiándome por el buen camino.*

*Martín Estrada Albores. por la fuerza que nos ha unido en los buenos y malos momentos de nuestras vidas, lo cual he aprendido mucho por tu nobleza y humildad.*

*Victalino Estrada Albores. gracias hermano por tu tiempo y labor para realizar este trabajo, y se que un día tu estarás en mi lugar, gracias pimpollo.*

*Gracias por todo el apoyo incondicional que siempre me han brindado. Los quiero mucho.*

*A mis Tías y primos:*

*A mi tía Noemí Estrada Grajales Por darme su amor y su ayuda económica gracias, a la familia Pinacho Morales por su cariño y ayuda económica sin importar nada a cambio, gracias Maru; Al Prof. Joselito por sus consejos y su ayuda económica, a mi tía flor de Maria Estrada por su cariño y ayuda monetaria, a la Familia Morales Balbuena por su cariño, a mis primos Osvaldo y Betzabe gracias por estar con migo en uno de los momentos inolvidables de mi vida.*

*A mis cuñados:*

*Jacobo Antonio Grajales*

*Luis Días Durante*

*Por todo el apoyo moral que me han brindado en este transcurso de mi vida.*

*A mis Sobrinos:*

*Jacobo, Moisés, Cesar David, Keren Noemí.*

*Por haber traído la felicidad a nuestro hogar dando alegría y buenos momentos a nuestra familia. Los quiero mucho.*

*A la memoria de mis queridos abuelos Alvaro Estrada Rodríguez(+) y Juanita Grajales Velasco (+), que desde donde quiera que estén, siempre lo llevo presente en mi corazón. Al igual que mi padre. Va por ustedes.*

## INDICE DE CUADROS

CUADRO No	PAGINAS
1	Gasto de agua para producción de forraje en Condiciones de campo ----- 12
2	Composición del grano de triticales-----20
3	Por ciento de germinación de la especie -----25
4	Ingredientes para la solución nutritiva orgánica-----27
5	Análisis bromatológico de FVH-----32

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No		PAGINAS
1	Forraje verde hidropónico -----	3
2	Localización geográfica del presente trabajo -----	22
3	Densidad de siembra -----	26
4	Muestra de diluciones -----	28
5	Muestra de diluciones (principios homeopáticos)-----	28
6	Aceptación de forraje por las becerras -----	31
7	Comparación de % de nutrientes proteína y fibra cruda -----	33
8	Curva global que muestra el peso de forraje del día 15 -----	34
9	Curva del tratamiento 1 (T1) que muestra el peso del forraje del día 15 -----	36
10	Curva del tratamiento 2 (T2) que muestra el peso del forraje del día 15-----	37
11	Curva del tratamiento 3 (T3) que muestra el peso del forraje del día 15-----	38
12	Curva del testigo 0 (T0) que muestra el peso del forraje del día 15-----	40

Marzo del 2006

## **INDICE**

PAGINA

<b>AGRADECIMIENTO</b> -----	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA</b> -----	<b>II</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> -----	<b>IV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> -----	<b>V</b>
<b>INTRODUCCION</b> -----	<b>1</b>
JUSTIFICACIÓN-----	4
OBJETIVOS -----	4
HIPÓTESIS -----	4
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> -----	<b>5</b>
<b>HOMEOPATIA</b> -----	<b>5</b>
TÉCNICA HAHNEMANNIANA-----	6
PRINCIPIOS HOMEOPÁTICOS-----	6
<b><i>HIDROPONÍA</i></b> -----	<b>7</b>
IMPORTANCIA DE LA HIDROPONÍA -----	9
VENTAJAS DE LA HIDROPONÍA-----	10
DEVENTAJAS DE LA HIDROPONÍA -----	10
<b><i>FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO</i></b> -----	<b>11</b>
VENTAJAS DEL FVH -----	11
DESVENTAJAS DEL FVH -----	13
<b>PRODUCCION DE FORRAJE HIDROPÓNICO</b> -----	<b>14</b>

LAVADO DE LA SEMILLA -----	14
ABSORCIÓN DE AGUA -----	14
RECIPIENTES -----	14
GERMINACIÓN -----	14
RIEGOS -----	15
COSECHA -----	15
<b>REQUERIMIENTOS PARA PRODUCIR FVH -----</b>	<b>16</b>
AGUA -----	16
LUZ -----	16
TEMPERATURA -----	16
HUMEDAD -----	17
<b><i>NUTRICION</i> -----</b>	<b>18</b>
NUTRIENTES -----	18
SOLUCION NUTRITIVA -----	18
<b>INSTALACIONES -----</b>	<b>19</b>
INVERNADERO -----	19
<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL GENETICO -----</b>	<b>20</b>
TRITICALE -----	20
<b>MATERIALES Y METODOS -----</b>	<b>22</b>
MATERIAL GENETICO -----	23
ESTADÍSTICA -----	23
MATERIALES UTILIZADOS -----	23
<b><i>METODOLOGÍA</i> -----</b>	<b>25</b>
PRUEBA DE GERMINACIÓN -----	25
DENSIDAD DE SIEMBRA -----	25

DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS -----	27
PREPARACIÓN DE LA SOLUCION-----	28
RIEGOS-----	29
PROCESO DE PRODUCCION -----	30
COSECHA -----	30
<b>RESULTADOS-----</b>	<b>32</b>
VARIABLE EVALUADA-----	33
PESO DEL FORRAJE VERDE -----	33
TRATAMIENTO 1 -----	36
TRATAMIENTO 2 -----	37
TRATAMIENTO 3 -----	38
TESTIGO 0 -----	39
<b>DISCUSIÓN-----</b>	<b>41</b>
<b>CONCLUSIONES -----</b>	<b>44</b>
<b>LITERATURA CITADA -----</b>	<b>45</b>
<b>APÉNDICE A -----</b>	<b>48</b>
<b>APÉNDICE B -----</b>	<b>49</b>
<b>APÉNDICE C -----</b>	<b>51</b>

## INTRODUCCIÓN

Mucho tiempo y esfuerzo ha sido empleado en la formulación de soluciones nutritivas. Muchas soluciones y composiciones han sido exitosamente estudiadas pero algunas pueden diferir de otras en la relación de su búsqueda de tal mejor. Elegir de la vida de las plantas es temario de dedicación y tiempo, el forraje verde hidropónico (FVH) es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para la mayoría de los animales y excelente valor nutritivo.

El termino hidroponía deriva de los vocablos griegos "hydro" o "hudor", que significa agua, y "ponos", trabajo o actividad.

Se sabe que las plantas se alimentan de los elementos esenciales; en el forraje verde hidropónico la solución no es tan importante como en otros cultivos puesto que la planta no llegará a sus etapas productivas, que son las mas demandantes de nutrientes. Pero una vez que el cultivo toma su color verde es necesario aportar minerales (fósforo para la radícula y nitrógeno para coleoptilo y primera hoja) para complementar sus procesos metabólicos.

Hoy en día, la técnica de hidroponía juega un papel muy importante en el desarrollo global de la agricultura. La presión por el incremento de la población, los cambios en el clima, la erosión del suelo, la falta y contaminación de las aguas, son algunos de los factores que han influenciado la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos.

Debemos mencionar que este sistema de producción de FVH es una gran ventaja para aquellos agro productores que ven limitadas sus tierras de cultivos y falta de agua, al utilizar los cereales que se produce en labor de campo para producir forraje con esta técnica, les da un valor agregado a los mismos ya que se considera que es mas rentable a aprovechar los granos de este modo que venderlos y volverlos a comprar mas caros en forma de alimentos concentrados, siendo forraje verde hidropónico en su estado optimo una fuente barata de proteína.

El FVH se puede obtener en los volúmenes de acuerdo a las necesidades del productor, en un espacio mínimo y con poca inversión en relación a la producción y los resultados que se obtienen son óptimos, y algo muy importante es que se obtiene la misma cantidad de forraje verde hidropónico todo el año.

La diferencia del FVH con las pasturas tradicionales consiste en que el animal consume las primeras hojas verdes, los restos de la semilla y la zona radicular, en una fórmula mágica de azúcares, carbohidratos y proteínas. De igual manera la palatabilidad es excelente y aumenta la asimilación de otros alimentos por parte del animal.

Cultivando FVH: tendremos grandes ventajas tales como: permanente suministro de alimento durante todo el año, con un forraje de calidad, evitando alteraciones digestivas; menor incidencia de enfermedades; aumento en la fertilidad; aumento en la producción de

leche y en general todas las ventajas que los animales puedan obtener de una buena alimentación.

Existen dos parámetros importantes que determinan la calidad en el forraje, el valor nutritivo y la digestibilidad, los cuales si se combinan se tendría una buena aceptación de forraje por el animal, palatabilidad y un alto valor nutritivo FVH.

Los cultivos hidropónicos son parte de las nuevas agro tendencias mundiales: alimentos libres de químicos y mayor producción en menor espacio; y para mejorar la producción se asperja una mezcla de soluciones orgánicas para tener un mayor rendimiento de forraje en verde con principios homeopáticos.

Si se utilizan sustancias químicas para agregar a los forrajes, y estos son consumidos por los animales se tendría un efecto negativo que perjudicaría al consumidor final que en este caso sería el hombre, el uso de FVH, permitiría mantener la alimentación de los animales aún cuando las condiciones climáticas no sean favorables para el pastoreo natural, optando tener alimentos libres de químicos y mayor producción en menor espacio, haciendo un uso racional al utilizar productos orgánicos que estén más disponibles para el pequeño productor, se tendrá un mejor rendimiento de las soluciones nutritivas utilizando la técnica principios homeopáticos; y esto vendrá a reducir los gastos económicos que el propietario realiza con frecuencia, por lo que con siguiente tendrá un bajo costo.

Figura No.1 Forraje Verde Hidropónico



## JUSTIFICACION

Para reactivar la economía del campo en el sector ganadero en regiones en que el agua sea un factor limitante, así como en lugares de clima extremo, estos fenómenos climatológicos adversos; tales como las sequías prolongadas, nevadas, inundaciones y las lluvias descontroladas vienen afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los

animales, el FVH es una de las mejores alternativas para amortiguar la problemática de escasez de alimento para el ganado en tiempos críticos, así mismo será menos costoso para el productor adquirirlo.

## OBJETIVOS

- Tener una mayor producción de forraje en verde con la aplicación de productos orgánicos en poco espacio, con un mayor grado nutricional y palatabilidad.
- Dar a conocer una alternativa en la producción de forraje a los productores, con bajos insumos.
- Determinar que las diferentes concentraciones de soluciones, con la técnica de principios homeopáticos tenga resultados parecidos en la producción de forraje verde hidropónico.

## HIPÓTESIS

Se asume que se tendrá mayor peso y rendimiento de FVH con mezclas de soluciones nutritivas orgánicas (Algaenzime, K-tionic, Rootin, Ac. Humicos), en diferentes concentraciones o diluciones aplicados en los germinados de triticale (x.Triticosecale W.) los compuestos orgánicos aplicados con principios homeopáticos, la formulación de la mezcla de solución nutritiva orgánica con los tratamientos 1,2 y 3 producirá FVH de alto valor nutritivo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

## **HOMEOPATÍA**

La historia de la homeopatía comienza con Christian Friedrich Samuel Hahnemann (1755 –1843). El bautizó esta nueva forma de medicina en 1796, a partir de las palabras griegas *homoios* ( “semejante”) y *pathos* ( “ lo que padece”). Según algunos historiadores, los fundamentos de muchos grandes principios homeopáticos se encuentran en la obra de dos de sus ilustres predecesores, Hipócrates y Paracelso. De hecho, Hahnemann era un gran erudito y conocía, sin duda, los ejemplos de tratamiento mediante lo semejante expuesto por la tradición hipocrática. Su verdadera originalidad radica en sistematizar esa hipótesis y verificarla a través de un vasto trabajo experimental. (Philippe Servais, Larousse 2002 )

Los principios de la homeopatía fueron establecidos a fines del siglo XVIII por un médico alemán, Samuel Cristiano Federico Hahnemann quien bautizó esta nueva forma de medicina con dos de sus principios que lo semejante se cura con lo semejante y el uso de medicamentos muy diluidos, decepcionado por la medicina de su tiempo, se propuso perfeccionar una nueva forma de tratamiento, esta terapéutica pronto ganó muchos adeptos, pero a la vez pocos detractores.

La homeopatía, auténtica ciencia de la curación, se menciona con frecuencia, aunque pocos saben realmente en que consiste. Este método terapéutico se basa no solo en una cierta visión de salud y del estado de equilibrio que lo acompaña, si no también de fundamentos teóricos experimentales y rigurosos

Hahnemann constató un hecho curioso: la administración del remedio semejante podía provocar una agravación del estado del paciente, seguida de una mejoría. A partir de ello, concluyó que los síntomas causados por el remedio se sumaban a los que derivan de la enfermedad antes de que el cuerpo reaccione contra el conjunto, por lo cual debía reducir las dosis para evitar los fenómenos tóxicos. Fue

así como probó con éxito dosis mas pequeñas, cuando los remedios simplemente se diluyen, tienen poco efecto; cuando se les sacude energéticamente en cada dilución, se vuelven eficaces. Por ello, Hahnemann no hablaba de dilución sino de “dinamización”.

Es un método terapéutico que se basa en administrar pequeñas dosis de sustancias medicamentosas para activar las propias defensas de nuestro organismo y llegar suavemente a la mejoría o curación de las enfermedades.

### **Técnica Hahnemanniana**

Dos de sus principios esenciales son la curación con lo semejante y el uso de medicamentos específicos muy diluidos. La dilución consiste en poner la base (tintura o producto) en contacto con el diluyente y repetir varias veces la operación acompañada de la dinamización que consiste en dar al mezcla una serie de sacudidas (se les llama “sucusiones”) después de cada dilución, con objeto de favorecer el contacto entre el diluyente y el diluido y facilitar el mensaje, de acuerdo con los principios homeopáticos, la finalidad no es tanto disolver sino que la información contenida en la sustancia base haga “eclosión”. (Camacho 2005)

La dinamización aumenta la impregnación del diluyente favorece el intercambio y por el movimiento mismo, agrega energía.

### **Principios homeopáticos**

La homeopatía, ciencia de la curación, se menciona con frecuencia, aunque pocos saben realmente en que consiste. La homeopatía es una medicina global , que

busca curar al individuo en su conjunto. Dos de sus principios esenciales son la curación con lo semejante y el uso de medicamentos específicos muy diluidos y "dinamizados" (es decir, agitados entre cada dilución).

## HIDROPÓNIA

De saussure en 1804, expuso el principio de que las plantas están compuestas por elementos químicos obtenidos del agua, suelo y aire. Este principio fue comprobado mas tarde por Boussingault (1851), químico francés que en sus ensayos con plantas cultivadas en arena, cuarzo y carbón vegetal añadió una buena solución química de composición determinada, llegando ala conclusión de que el agua era esencial para el crecimiento de las plantas al suministrarle hidrógeno, y que la materia seca de las plantas estaba formada por hidrógeno mas carbón y oxígeno que provenían del aire, constando también que las plantas contienen hidrógeno y otros elementos naturales (Sánchez y Escalante, 1988)

En 1699 John Woodward un miembro de la Sociedad Real de Inglaterra, cultivó plantas en agua que contenía varios tipos de tierra, la primera solución de nutrientes hidropónica artificial, y encontró que el mayor crecimiento ocurrió en agua con la mayor cantidad de tierra. Puesto que ellos sabían poco de química por esos días, él no pudo identificar los elementos específicos que causaban el crecimiento. Concluyó, por tanto, que el crecimiento de la planta era un resultado de ciertas sustancias y minerales en el agua, contenidos en el "agua enriquecida", en lugar que simplemente del agua.

La concepción común de hidroponía es que las plantas son cultivadas eficientemente sin suelo y para ello los elementos esenciales

para su crecimiento son proporcionados periódicamente a las raíces a través de una solución nutritiva(Resh,1997).

El método hidropónico para la producción de forraje es una buena alternativa para reactivar la economía del campo en el sector ganadero en regiones en que el agua sea un factor limitante, así como en lugares de clima extremo. Es decir, pueden combinarse ganadería extensiva e intensiva de acuerdo a la conveniencia del sector en donde se encuentre la explotación; además, es un complemento proteínico de alta calidad y bajo costo.

<http://wwwhidroforraje.com.ar/br/hidroponia.html>.

En 1856 Salm-Horsmar desarrolló técnicas para el uso de arena y otros sustratos inertes, varios investigadores habían demostrado por ese tiempo que pueden crecer plantas en un medio inerte humedecido con una solución de agua que contiene los minerales requeridos por las plantas. El próximo paso era eliminar completamente el medio y cultivar las plantas en una solución de agua que contuviera estos minerales (Correa, 1997).

<http://www.monografias.com/trabajos13/hidropo/hidropo.shtml>

Hoy se sabe que es posible cultivar en climas adversos dentro de invernaderos y que también es posible cultivar sin necesidad de suelo a través de la técnica de cultivo sin suelo mas conocida como hidroponía, una de las ventajas del cultivo sin suelo es el ahorro significativo del agua, siendo una buena opción en zonas donde ocurren sequías frecuentes (Carballido, 2005).

[www.usuarios.lycos.es/forrajehidroponico](http://www.usuarios.lycos.es/forrajehidroponico)

### **Importancia de la hidroponía**

La importancia de la hidroponía, es que su aplicación a beneficiado a ciertos cultivos, adaptando técnicas nuevas como alternativa para satisfacer la demanda de productos agropecuarios, así como usar diferentes instalaciones, de las cuales para algunos su sistema no siempre es justificable económicamente por los gastos de inversión inicial pero presenta varias opciones adecuadas en casi todos los casos.(López,1988).

Lamentablemente, la situación ha cambiado, ya no es una región de alimentos baratos y menos aún de alimentos de calidad confiable. Actualmente se utilizan pesticidas prohibidos en el resto del mundo por su altísima toxicidad y se carece de los controles adecuados que aseguren el respeto a las normas vigentes en materia de sanidad vegetal. Un gran porcentaje de los alimentos que se consumen contienen elementos nocivos para la salud, y entre ellos, las verduras y frutas son las más expuestas, por ser las que transportan directamente a la mesa los residuos de los insecticidas y plaguicidas, a diferencia de lo que ocurre con la carne, la leche, los huevos, etc., que ingresan al organismo de los animales y de allí pasan a los alimentos que consumimos, por lo que de alguna forma, los efectos llegan atenuados. Por estas y muchas razones mas la hidroponía es la agricultura del futuro. (Cuervo, 2004)

El agua y la temperatura son dos de los elementos del clima que impactan mas frecuentemente las actividades agrícolas. El potencial de una planta no puede llegar a manifestarse si la disponibilidad del agua es relativamente pequeña, si su periodo de crecimiento se ve afectado por las temperaturas bajas sobre todo que causan heladas y temperaturas altas que también provocan desorganizaciones fisiológicas.

### **Ventajas de la hidroponía**

- Permite mayor densidad de población
- Humedad uniforme
- Se evita la contaminación del suelo con productos químicos

- Reutilización de soluciones nutritivas
- Permite aprovechar suelos o terrenos no aptos a la agricultura tradicional
- Menor consumo de agua y fertilizantes
- Se obtiene un cultivo mas sano e higiénico
- Técnica apropiada para zonas donde hay escasez de agua
- **Se puede corregir fácil y rápidamente la deficiencia o el exceso de un nutriente**
- **Excelente drenaje**
- No depende de los fenómenos meteorológicos
- Mayor calidad del producto
- Posibilidad de varias cosechas al año
- La recuperación de lo invertido es rápido

### **Desventajas de la hidroponía**

- Se necesita conocer y manejar la especie que se cultive en el sistema
- El desconocimiento del manejo agronómico puede reducir significativamente los rendimientos
- Falta de experiencia en el manejo de soluciones nutritivas puede afectar la calidad de las plantas
- La inversión inicial es un poco costosa
- Requiere de un abastecimiento continuo de agua y nutrientes.

([www.unmsmm.com](http://www.unmsmm.com)).

## FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

La diferencia del FVH con las pasturas tradicionales consiste en que el animal consume las primeras hojas verdes, los restos de la semilla y la zona radicular, en una fórmula mágica de azúcares, carbohidratos y proteínas. De igual manera la palatabilidad es excelente y aumenta la asimilación de otros alimentos por parte del animal.

El FVH es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH o “green fodder hydroponics” es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, alta calidad nutricional para la alimentación animal.

La producción FVH es la mejor alternativa dentro de un concepto nuevo de producción agrícola, ya que no se requiere de grandes extensiones de tierras ni de mucha agua. Tampoco se requiere de largos períodos de producción ni de métodos o formas para su conservación y almacenamiento. El crecimiento es bastante rápido, prácticamente el periodo de producción es de solo de 12 a 15 días.

### **Ventajas del FVH**

1. Contenido de vitaminas
2. Eficiencia en el uso de espacio
3. Eficiencia en el tiempo de producción
4. Calidad de forraje para los animales
5. Se evitan desequilibrios digestivos

*Ahorro de agua.* En el sistema de producción de FVH 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.

(Cuadro No. 1)

Alternativamente, la producción de 1 kilo de FVH 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; Lomerí Zúñiga, 2000; Rodríguez, S. 2000).

Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días.

Cuadro No.1

Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo.

Especie	Litros de agua / Kg. de materia seca
Avena	635
Cebada	521

Trigo	505
Maíz	372
Sorgo	271

Con la producción de FVH se puede lograr un suministro constante de alimento durante todos los días del año y con las mismas características nutricionales, es decir, no habrá problema de escasez del producto y este será fresco y limpio

Contenidos de vitaminas. El uso de FVH puede evitar la necesidad de usar vitaminas sintéticas y cualquier otro suplemento nutritivo, ya que todas las vitaminas se encuentran libres y solubles.

Se evitan desequilibrios digestivos. Al suministrar forraje hidropónico durante toda la dieta alimenticia, se evitan trastornos digestivos causados por los cambios de composición y procedencia de los alimentos de suplementación animal: además, debemos tener en cuenta que estos animales son biológicamente herbívoros; es decir se alimentan con hiervas y forrajes frescos (Valdivia, 1997).

Principal objetivo de la producción de forraje verde hidropónico:

“Obtener rápidamente, a bajo costo y de forma sostenible, una biomasa vegetal sana, limpia y de alto valor nutritivo para alimentación animal”. (FAO 2001)

<http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/pdf/1.pdf>

## **Desventajas del FVH**

- La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja para la producción de forraje verde hidropónico,

## ***PRODUCCIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO***

### **Lavado de la semilla**

Limpiar el grano separando basura y granos quebrados. Lavar la semilla y limpiar de nuevo retirando los granos que floten. No se debe utilizar semillas tratadas con funguicidas (Valdivia, 1996).

### **Absorción de agua (imbibición)**

Durante la fase de absorción de agua se inicia la actividad vital de la semilla, es decir, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. Una vez reunidos estos factores la semilla va aumentando de volumen por la absorción del agua, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias principian una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle (Carballo, 2000).

### **Recipientes**

Los recipientes ideales son charolas de material de fibra de vidrio de aproximadamente 90 x 30cm. O puede utilizarse bandejas de otro tipo de material disponible (Valdivia, 1996).

## **Germinación**

Se llama germinación al proceso por el que se reanuda el crecimiento embrionario después de la fase de descanso. Este fenómeno no se desencadena hasta que la semilla ha sido transportada a un medio favorable por alguno de los agentes de dispersión.

Las condiciones determinantes del medio son: aporte suficiente de agua y oxígeno y temperatura apropiada. Durante la germinación, el agua se difunde a través de las envolturas de la semilla y llega hasta el embrión, que durante la fase de descanso se ha secado casi por completo. El agua hace que la semilla se hinche, a veces hasta el extremo de rasgar la envoltura externa. El oxígeno absorbido proporciona a la semilla la energía necesaria para iniciar el crecimiento (Carballo, 2000).

## **Riegos**

A partir del momento de la siembra se debe regar con la finalidad de que la charola no pierda humedad, los riegos son variables dependiendo de la etapa de crecimiento del forraje y las condiciones de temperatura, se debe evitar encharcamiento o inundaciones de lo contrario se producirá pudrición en las raíces (García, 2004).

## **Cosecha**

Esta es la culminación del proceso. Una vez que las plántulas han alcanzado una altura de 14 a 18 centímetros, se habrá formado una alfombra de pasto verde con un colchón radicular blanco y consistente. Esta alfombra se desprende y está listo para dárselo al animal, existe una estrecha relación entre el tamaño y el porcentaje de proteína que contiene este alimento dándose a esta altura el tamaño óptimo y mayor contenido de proteína (Rodríguez, 2003).

### ***REQUERIMIENTOS PARA PRODUCIR (FVH)***

Los requerimientos mínimos que necesita la planta para lograr una producción aceptable, son los siguientes: agua, luz, temperatura y humedad relativa.

(Samperio, 1997).

#### **Agua**

La calidad del agua es de gran importancia para el éxito de la producción, la condición básica que debe presentar el agua para ser usada en sistemas hidropónicos es característica de potabilidad. Su origen puede ser de pozo o de lluvia (Sánchez, 2001).

## **Luz**

La luz es indispensable para el desarrollo de las plántulas, pues es la energía que necesita para realizar la fotosíntesis, por medio de la cual logra llevar a cabo sus diferentes etapas de desarrollo, desde su crecimiento hasta su producción (Samperio, 1997).

## **Temperatura**

Es un factor indispensable para el desarrollo de las plantas. La temperatura mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce, y la máxima aquella por encima de la cual se anula igualmente el proceso. La temperatura óptima, intermedia entre ambas, puede definirse como la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible. La temperatura óptima oscila entre los 22° C a 25° C (Universidad Politécnica de Valencia, 2003).

[http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema\\_17.htm#Temperatura](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm#Temperatura)

## **Humedad**

De todos los factores que afectan la vida de las plantas, el agua es el más importante en tanto que sus procesos fisiológicos se realizan en presencia de ésta.

La humedad que la planta necesita es proporcionada mediante el riego, que se hará de acuerdo con el tipo de instalación (Rodríguez, 2003).

La humedad es otro de los factores importantes en la producción de forraje hidropónico, se debe mantener una humedad de 65 a 70%. Un control óptimo de la humedad evita la aparición de muchas enfermedades (Lomerí, 2000).

# NUTRICIÓN

## **Nutrientes**

La nutrición mineral 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 de riego, la especie cultivada y las condiciones climáticas se elabora la solución nutritiva de partida, a partir 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 (consultora ambiental GCA).

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

## **Solución nutritiva**

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

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

<http://www.google.com.mx/search?q=soluciones+nutritivas&hl=es&lr=&s>

## **INSTALACIONES**

### **Invernadero**

La localización de una construcción para producción de FVH no presenta grandes requisitos. Como parte de una buena estrategia, la decisión de iniciar la construcción de instalaciones para FVH debe considerar previamente que la unidad de producción de FVH debe estar ubicada en una zona de producción animal o muy próxima a esta; y que existan periodos de déficit nutricional a consecuencia de la ocurrencia de condiciones agrometeorológicas desfavorables para la producción normal de forraje (sequías recurrentes, inundaciones) o simplemente suelos malos o empobrecidos (Sánchez, 2001)

Para el cultivo de forraje verde hidropónico, los requerimientos no son tan complicados como lo serían para una producción de hortalizas o flores. Esto constituye una gran ventaja ya que en otro tipo, la producción podría venirse abajo por no tener un estricto control.

Características: ubicación de la instalación, se recomienda que los accesos estén dispuestos para una fácil transportación de la producción a los comederos del ganado. Así también que tenga una buena disponibilidad de agua y salubridad de la unidad de cultivo.

*Clima de la región.* El diseño del invernadero se hará de acuerdo a las condiciones climáticas a las que se tenga que enfrentar.

*Materiales de construcción.* La elección de los materiales está relacionada con la disponibilidad y el costo de éstos. También debemos considerar la durabilidad y el beneficio que obtengamos de los materiales (Rodríguez, 2003).

## DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO

### ***Triticale***

El triticale es un híbrido del cereal derivado cruzando el trigo (*SP* del *triticum*.) con el centeno del cereal (*SP* del *secale*.) .Su nombre botánico es una combinación de los nombres genéricos para hacer *XTriticosecale*.

El triticale ha demostrado que se adapta a suelos ácidos, de pH bajo, en varias regiones del mundo. Tales condiciones existen en Colombia, Etiopía, el norte de la India y Brasil. En otros países, también los triticales han mostrado un rendimiento superior al del trigo. Su mayor resistencia a *Septoria tritici* es una ventaja en regiones donde existe esta enfermedad; tal es el caso de Brasil, Argentina, Etiopía y la cuenca del Mediterráneo. ( [www.gro.itesm.mx/agronomia](http://www.gro.itesm.mx/agronomia))

El triticale, creado por fitogenetistas, es el primer cereal hecho por el hombre. En muchos de los ambientes ecológicos menos favorecidos del mundo el triticale ofrece una doble esperanza: rendimiento, calidad nutritiva y otras características importantes iguales o superiores a las del trigo, buen desarrollo en suelos pobres y resistencia a las enfermedades típicas del centeno.

Cuadro No. 2 Composición del grano de triticale.

Componente	<i>Por ciento de materia seca</i>
Proteína	19,71
Fibra	3,10
Calcio	12

Fósforo	44
Azúcares totales (como invertido)	5,74
Almidón	67,78
<b>Aminoácidos</b>	
Threonine	39
Valine	93
Methionine	40
Isoleucine	76
Leucine	1,23
Phenylalanine	85
Lysine	57
Histidine	45
Arginine	80

Fuente: Baivel et A., 1992, universidad de Minnesota

El interés en triticale ha desarrollado alrededor dos áreas de las aplicaciones potenciales para el grano.

El triticale, es un cultivo desarrollado fundamentalmente, en la segunda mitad de este siglo. En nuestro país, la mayoría de variedades registradas se han obtenido a partir de germoplasma procedente de CIMMYT. ( [www.gro.itesm.mx/agronomia](http://www.gro.itesm.mx/agronomia))

El primer campo de interés está para el uso como grano de la alimentación porque ha demostrado ser una buena fuente de proteína, de aminoácidos y de vitaminas B. Ha demostrado promesa como plantas forrajeras y como fuente alternativa de proteína en las raciones formuladas para los monogástricos, los rumiantes y las aves de corral (Hansen, 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (UAAAN) en el invernadero N° 2 de la misma, durante el mes de Diciembre en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada en los 25° 22" de latitud Norte y 110° 00" de longitud Oeste con una altitud de 1742 msnm (Figura 2 ).

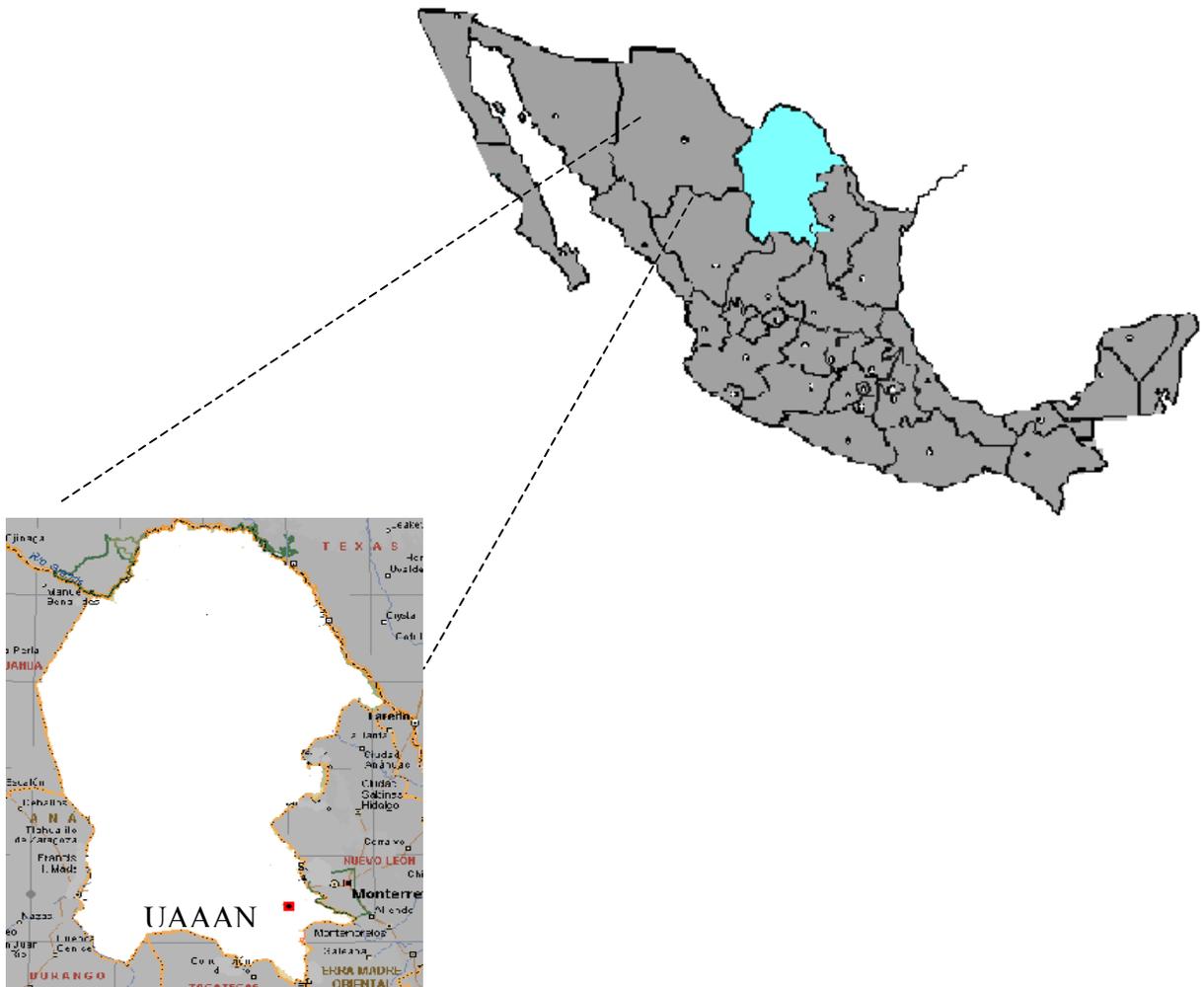


Figura No. 2 Localización geográfica Saltillo, Coah. UAAAN

## Materia genético

Para el presente trabajo se utilizo la semilla de triticales (x.Triticosecale w.) línea Eronga 83, la cual fue proporcionada por programa de cereales de la UAAAN.

### **Estadística**

1) atributo a medir

Lista de variables: Peso semilla seca

Peso semilla húmeda

Peso del forraje

2) Estadística descriptiva

a) Medidas de tendencia central: media, mediana, moda

b) Variabilidad: Desviación estándar, coeficiente de variación

- Global  $n = 36$

- Tratamientos  $n = 9$

3) Estadística comparativa

a) Pruebas t – Student

- Tratamientos

## **Materiales utilizados**

- ❑ Sistema de estantería tipo panadería
- ❑ 36 charolas de unicel de 31 x 23 cm.
- ❑ 6.480 Kg. de semilla de triticales (x. *Triticosecale* w.)
- ❑ botes transparente de un 1 Lt.
  
- ❑ Ligas de hule
- ❑ Mayas de mosquiteros
- ❑ 7 garrafones de agua purificada
- ❑ Termómetro de máximas y mínimas
- ❑ 1 rollo de papel estroza
- ❑ Cámara fotográfica digital
- ❑ Hipoclorito de sodio al 0.1%
- ❑ Báscula
- ❑ Libreta y marcador permanente
- ❑ Algaenzime
- ❑ Rootimn
- ❑ K-Tionic
- ❑ Ac. Humicos (de lombriz)
- ❑ Bomba aspersor manual (mochila)
- ❑ Melaza líquida
- ❑ Botellas de plástico
- ❑ Jeringas
- ❑ Canaletas de PVC
- ❑ Botella atomizadora de 900 ml.
- ❑ Probeta

## METODOLOGÍA

### ***Prueba de germinación***

Antes de iniciar el trabajo en el invernadero, se realizaron pruebas de germinación. Se requieren de 500 semillas escogidas al azar, con cinco repeticiones de 100 semillas cada una. Se humedece el papel sustrato en agua, se colocan dos toallas una encima de otra, se ponen las semillas en líneas de 10 x 10, luego se enrolla en forma de taco y se identifica. Las repeticiones se meten a una cámara germinadora al mismo tiempo a una temperatura constante de 26° C. durante ocho días. De acuerdo a la metodología descrita por la Asociación de Analizadores Oficiales de Semillas en 1949.

Obteniéndose el porcentaje de germinación del material utilizado de la siguiente forma en el cuadro 3.

Cuadro No. 3 Por ciento de germinación de la especie

Variedad	Germinación %
Eronga 83	94.00

### **Densidad de siembra**

Se utilizó solo una densidad de siembra para todo el proceso de producción de forraje hidropónico siendo de 180 gr. En las 36 charolas de 31 cm. de largo y 23 cm. de ancho, con un área de 713 cm<sup>2</sup>

El día de inicio de la imbibición se procedió a pesar la semilla correspondiente a cada charola ( 180gr. ) las muestras se pusieron en botes de plásticos de un 1 Lt. con la finalidad de poner a remojar la semilla, según técnicas recomendadas por trabajos de investigación. se le agrego agua purificada a razón de inundar por completo la semilla.

Se dejaron remojando las 36 muestras durante una hora con una solución de hipoclorito de sodio al 0.1%, después se tiro esa solución, y se lavó con agua destilada el contenido, una vez drenado el liquido se le vierte nuevamente agua limpia purificada durante 24 Hrs. Para seguir el proceso de imbibición.

Después de este proceso se colocan las muestras en cada charola correspondiente previamente lavada y desinfectada y se inicia la germinación con la aparición de la radícula. Una ves puesta en cada charola se les colocaron toallas de

papel de cocina para que estas ayudaran a conservar la humedad de cada riego, estas se retiraron al tercer día cuando la germinación de las semillas era uniforme; las charolas que se utilizaron se colocaron sobre una estantería de hierro.

Figura No. 3 Densidad de siembra



### Descripción de los tratamientos

Para la mezcla de solución orgánica nutritiva aplicado para el germinado de triticale se hizo con tres tratamientos, y para cada tratamiento se le domina una potencia, y el testigo solo se le aplico agua.

Por cada tratamiento una potencia.

Tratamiento 1 .....Potencia # 1

Tratamiento 2 .....Potencia # 2

Tratamiento 3 .....Potencia # 3

Testigo        0

Cuadro No.4 Ingredientes para la solución:

FUENTE	PRODUCTO
Fósforo	Rootin
Complejo fulvico	K- Tionic
Algas marinas	Algaenzime
K, Ca,Mg,Fe,Zn,Bo,	Ac.Humicos de Lombriz

Se utilizaron en los tratamientos diluciones para la solución nutritiva en tres diferentes potencias de concentración (P1, P2, P3), realizando el principio homeopático, de 1:100. Esto quiere decir que una vez preparada la primera solución se tomará un mililitro de la misma y se utilizará en la segunda solución diluida en 100 ml de agua. Y así sucesivamente hasta preparar las tres soluciones diluidas para su aplicación al germinado. (fig. 4)

Figura No. 4 Muestra de diluciones

Ingredientes:

- 1 ml de Rootin
- 1 ml de K- Tionic
- 1 ml de Algaenzime
- 1 ml de Ac. Humicos.

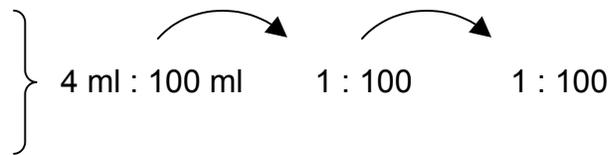
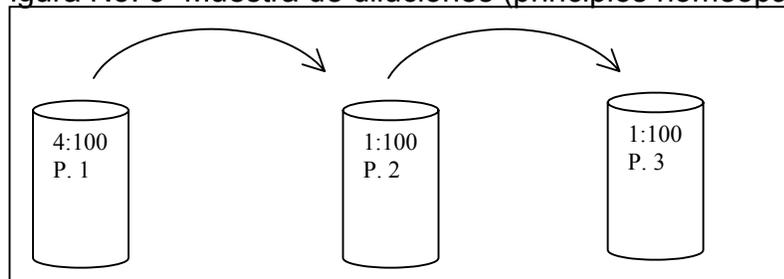


Figura No. 5 Muestra de diluciones (principios homeopáticos)



## **Preparación de la solución**

Las soluciones a utilizar mencionadas anteriormente para la preparación mezcla de soluciones orgánicas nutritivas que se proporcionaran para solventar las necesidades de las plántulas durante cada aplicación de riego, se prepararon de la siguiente forma.

Se procede a la obtención de cada uno de los elementos a utilizar (fuentes de Algas marinas, Fósforo, k, Complejo fulvico, etc.) y hacer la solución con agua y obtener la primera dilución o potencia uno, de ésta, se tomará 1ml. para disolverlo en 100 ml. de agua destilada de preferencia, y obtener la segunda dilución o potencia dos, siguiendo este procedimiento hasta tener las tres diluciones o potencias.

Una vez obtenido las soluciones (potencias) 1, 2 y 3 se aplicaron en el riego, tomando la dosis de cada solución y diluida en el agua para regar proporcionado a partir de la puesta de la semilla en las charolas y durante todo el periodo de producción de forraje verde hidropónico.

Los tratamientos constan de nueve charolas cada una, formando un total de tres tratamientos (27) y el testigo nueve charolas formando un total de 36 charolas, utilizando cada solución preparada correspondiente a cada tratamiento y la aplicación de agua simple para el testigo.

## **Riegos**

Para tener una mejor disponibilidad de agua lista para ser utilizada en cada riego se utilizaron garrafones de agua como contenedores con capacidad de 18 lts. de donde se llenaba la bomba aspersora y posteriormente se procede a regar los germinados. Los garrafones contienen las soluciones preparadas con agua corriente.

Para llenar los garrafones se realizo lo siguiente:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ ml. de solución} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 100 \text{ ml. de agua} \\ X \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 18000 \text{ ml. de agua} \end{array}$$

$$X = 180 \text{ ml. de solución}$$

La aplicación de los riegos se realizó de forma manual utilizando una bomba aspersora de mochila, la irrigación se proporciono de tal forma, tomando un criterio de 3 a 4 horas en cada intervalo entre riegos durante los primeros cuatro días y gastando una cantidad de agua considerable según las necesidades del cultivo (a criterio), a partir del día 5 la cantidad de agua aumento un poco y disminuyó el número de riegos programados por día. Teniendo hasta cuatro aplicaciones de riego durante todo el día.

### **Proceso de producción**

Cuando los germinados llegaron a su desarrollo se toman los siguientes parámetros, a partir del día 13 se procedió a medir la altura del forraje alta, media y baja de cada una de las charolas, así como también a partir del día 15 se tomaron los pesos de forraje de cada muestra. Estas medidas se tomaron casi finalizando el cultivo de forraje verde hidropónico.

El criterio tomado para dar finalización a la producción de forraje en este trabajo se basó en que el cultivo alcanzara un intervalo de 15 días de establecimiento productivo, de tal forma que algunas muestras de los tratamientos alcanzaron la altura esperada de 17.5 cm. Al final del cultivo, a estas charolas se les tomaron los datos y se sacaron de la producción. Aun que hubo charolas que superaron esta altura.

### **Cosecha**

A la fecha de la cosecha que fue el día 15 a partir de su inicio de la producción de forraje se le tomó la altura y el peso a cada una de las charolas en general, para tener un registro de cómo se comportó los tratamientos aplicados, luego se realizaron muestreos de forraje dentro de cada charola, estas muestras consisten en tomar un trozo de 14 cm<sup>2</sup> del germinado que presente mayor altura así también una muestra de la misma medida pero que presente forraje de mediana altura y de menor altura desarrollada dentro de la misma charola. De la misma forma se sacaron muestras de los demás tratamientos incluyendo el testigo para tener un promedio de alturas y peso de cada charola.

Una vez obtenido todo el forraje disponible se procedió a realizar una prueba de cafetería con los animales, de tal forma que se trasladó el forraje verde al establo lechero de la UAAAN, donde se proporcionó una cantidad considerable del germinado que además fue rociado con un poco de melaza diluida con agua y se le puso a disposición a las becerras de reemplazo de la universidad considerando que la aceptación

del forraje por las becerras fue de una forma excelente siendo notorio que los animales eran demasiado atraídos por la presentación de los germinados y la buena palatabilidad de estos.

Figura No.6 Aceptación de forraje por las becerras.



## RESULTADOS

Se realizó una prueba de análisis bromatológico del forraje de los diferentes tratamientos y el testigo, para determinar cantidad de

nutrientes obtenidos en el cultivo, dicho análisis se realizó en el laboratorio de nutrición animal y estos fueron los resultados obtenidos.

Cuadro No. 5 Análisis bromatológico de FVH.

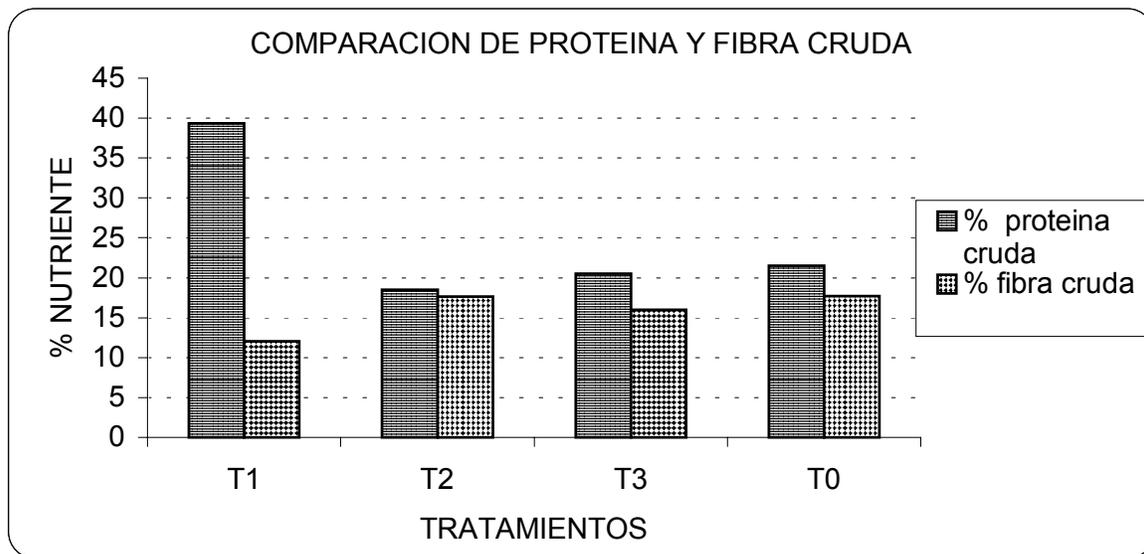
Contenido %	T1	T2	T3	T0
Materia seca	87.05	86.67	86.36	86.27
Humedad	12.95	13.13	13.64	13.73
Cenizas	8.73	5.20	4.86	4.72
Materia orgánica	78.32	81.47	81.5	81.55
Proteína cruda	39.31	18.5	20.5	21.5
Extracto etéreo	2.89	4.50	4.70	4.70
Fibra cruda	12.06	17.61	15.95	17.7
E. Libre Nitrógeno	24.06	41.06	40.35	36.65

Este corresponde al análisis bromatológico del FVH ( Cuadro No 5) se observa el contenido de nutrientes el cual tiene un alto valor de nutrientes, en el primer tratamiento # 1 tenemos un 39.31 % de proteína cruda el cual; es el mejor de todos los tratamientos y en el testigo tenemos un 21.5 % de proteína teniendo una diferencia de 17.81 % casi el doble de proteína; al tener mayor proteína en los forrajes ayuda a los animales que están en pleno crecimiento, ya que sus necesidades nutricionales son bastante altas, por lo tanto decimos que la solución orgánica nutritiva tuvo una importancia excelente; si pasamos al valor de

la fibra cruda se observa que en el tratamiento # 1 se tiene un 12.06 % de fibra y en el testigo tenemos un 17.7 % estos resultados son muy buenos por que demuestra la diferencia del tratamiento y el testigo; ya que el tratamiento # 1 tiene bajo el valor de fibra por lo con siguiente este forraje es mas digestible por el animal, si se tiene un valor alto en fibra en este caso el testigo, se tiene una concentración de lignina, este es un polímero que encapsula al nitrógeno lo cual no puede ser asimilado por las bacterias y protozoarios del rumen.

Figura No. 7

Comparación de % de nutrientes proteína y fibra cruda



## Variable evaluada

**Peso del forraje verde.** Para esta apartado se tomaron los datos del peso del forraje que pertenecen al día 15 . La proporción promedio de semilla seca convertida en forraje que se obtuvo fue de:

1:2.4 para el tratamiento 1

1:2.8 para el tratamiento 2

1:3.0 para el tratamiento 3

1:3.2 para el testigo 0

## Peso del forraje verde

Para determinar esta variable se procedió a realizar un análisis estadístico de manera general (apéndice A1), donde se describe la situación de la distribución de los pesos obtenidos de la tabla global en la figura No. 8

MED. = 528.91

D.S. = 66.10

Curva global que muestra el peso del forraje día 15.

$T1 =$    $T2 =$    $T3 =$    $T0 =$  

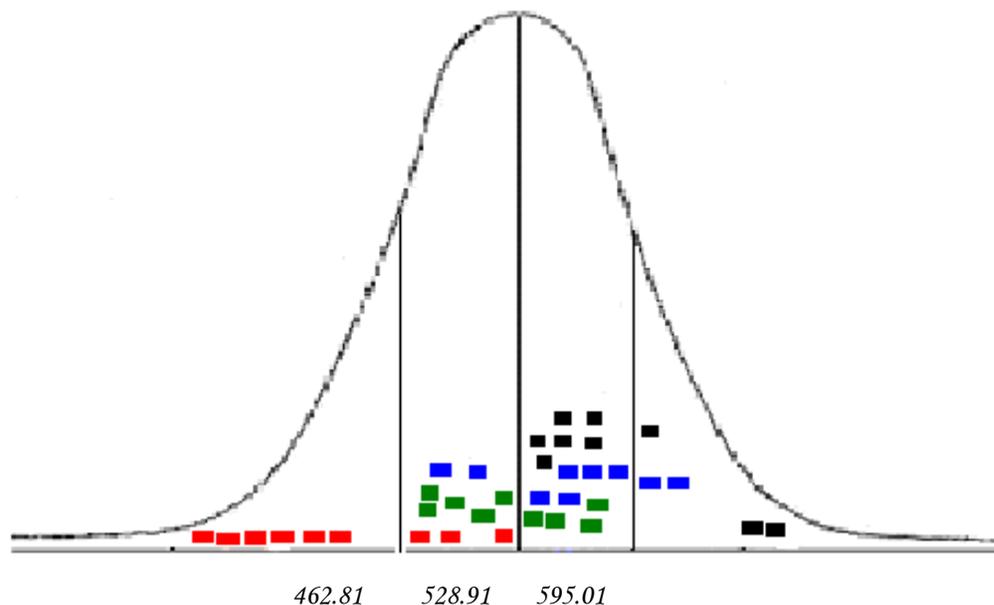


Figura No. 8 Variable MED.  $\pm$  D.S

Se puede observar que los dispersores del tratamiento 1 (rojo) la mayor parte de los pesos están por debajo del valor de la media y fuera de la normalidad, obteniéndose los menores pesos de forraje comparado con los demás tratamientos; Ya que el primer tratamiento tenía los nutrientes en más concentración con la mezcla de solución orgánica nutritiva, lo cual el germinado no pudo asimilarlo, por lo con siguiente no tuvo un buen desarrollo fisiológico.

En el tratamiento 2 (verde) se puede decir que los pesos se encuentran en su mayor parte dentro de la normalidad, pero tiende hacer más mínimo el peso de forraje con parado con el tratamiento 3, la mayor parte esta por de bajo del valor de la media, esto nos quiere decir que los pesos del forraje obtenido en este tratamiento son mínimo.

En el tratamiento 3 (azul) se observan evidencias relevantes en la distribución de los dispersores que se encuentran por arriba de la normalidad, esto quiere decir que la mayor parte de los pesos del forraje están por arriba del valor de la media,

teniendo uno de los mejores resultados en cuanto a peso, utilizando la mezcla de solución orgánica nutritiva en la 3 potencia. En esta figura puede ser evidente que las soluciones nutritivas orgánicas utilizadas para producción de forraje hidropónico pueden ser diluidas siguiendo los principios homeopáticos y obtener resultados parecidos en producción de forraje verde hidropónico.

En el testigo T0 (negro) se le agrego agua corriente al geminado sin solución nutritiva y se observa una evidencia en la distribución de los dispersores ya que se encuentran por arriba de la normalidad, esto nos da la pauta que la mayor parte de los pesos del forraje están por arriba del valor de la media, la explicación es que al momento que se asían los riegos con solución nutritiva en los diferentes tratamientos, se aplicaba con la misma bomba de mochila al testigo y a los tratamientos, aparte que en el riego el testigo estaba de bajo de los tratamientos lo cual escurría la solución nutritiva cuando se asían los riegos. Por eso tuvo un buen peso de forraje.

### **Tratamiento 1**

MED. = 448.18

D.S. =36.82

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1.- 522.9 gr. | 6.- 438.6 gr. |
| 2.- 418.9 gr. | 7.- 449.8 gr. |
| 3.- 484.0 gr. | 8.- 480.0 gr. |
| 4.- 408.3 gr. | 9.- 428.4 gr. |
| 5.- 421.3 gr. |               |

Peso del forraje verde día 15 (Fig. No 9)

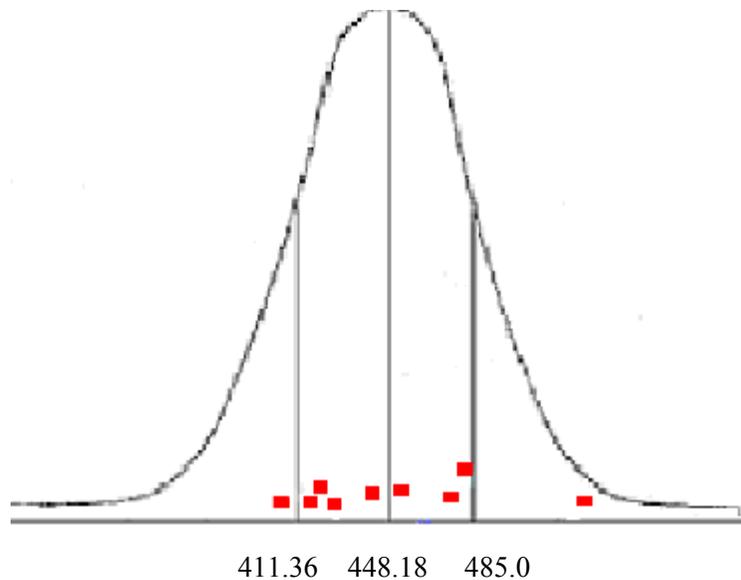


Figura No. 9 Variable MED.  $\pm$  D.S.

Esta figura corresponde al tratamiento 1 (apéndice A2), fue el menos eficiente en cuanto a rendimiento de peso, por los valores obtenidos que se encuentran en su mayor parte dentro del espacio cercano al valor de la media, a demás los pesos del forraje verde fueron los menores comparado con los tratamientos 2 y 3, los pesos obtenidos son muy bajos en su mayoría están por de bajo del valor de la media.

Teniendo diferencias entre los dispersores de los dos extremos, este tratamiento fue el que tuvo menor peso comparado con los demás tratamientos, ya que la solución orgánica nutritiva que se le aplico al germinado no pudo asimilar completamente los nutrientes en mayor concentración con esto se puede decir que existe un gran potencial para trabajar con concentraciones menores de producto en la solución, siendo evidente que los valores de peso del forraje en este tratamiento la mayoría de los pesos esta por de bajo de la media.

## Tratamiento 2

MED. = 517.83

D.S. = 23.36

- 1.- 546.8
- 2.- 534.8
- 3.- 487.3
- 4.- 542.9
- 5.- 489.1
- 6.- 492.3
- 7.- 530.2
- 8.- 523.5
- 9.- 513.6

Peso del forraje verde día 15 ( Fig. No. 10)

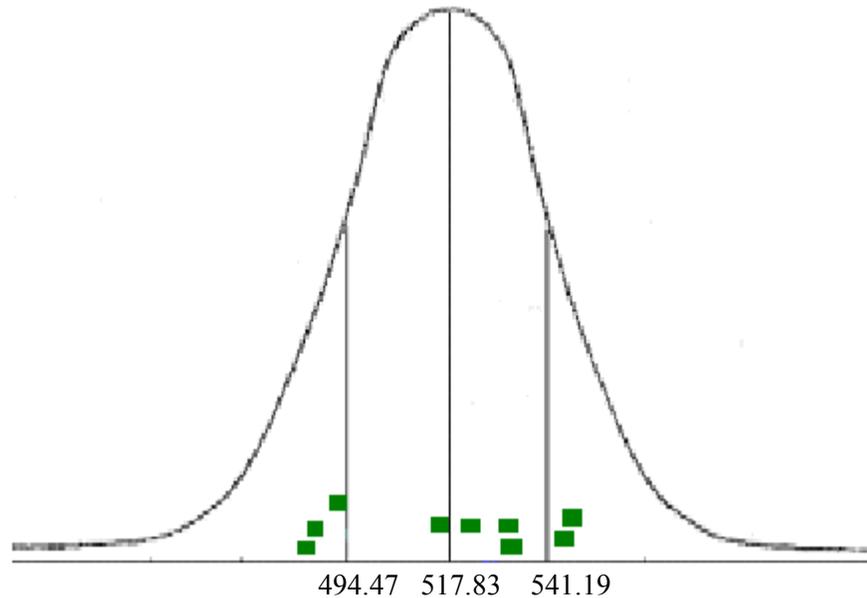


Figura No. 10 Variable MED.  $\pm$  D.S

Esta figura corresponde al tratamiento 2 (apéndice B1), algunos valores están dentro de la zona de aceptación, otros por arriba de la media, dispersores arriba de la normalidad y por de bajo de la misma, mejorando los pesos comparado con el tratamiento 1, lo cual refleja que con la dilución de la mezcla de solución orgánica nutritiva se puede mejorar la producción de forraje, por lo consiguiente en lo económico tiende hacer mínimo el costo de producir forraje para los animales con esta técnica.

*Tratamiento 3*

MED. = 557.51      D.S.= 37.61

- 1.- 509.1      6.- 490.0
- 2.- 540.6      7.- 584.5
- 3.- 572.6      8.- 538.2
- 4.- 601.2      9.- 569.0
- 5.- 602.4

Peso del forraje verde día 15 ( Fig. No. 11)

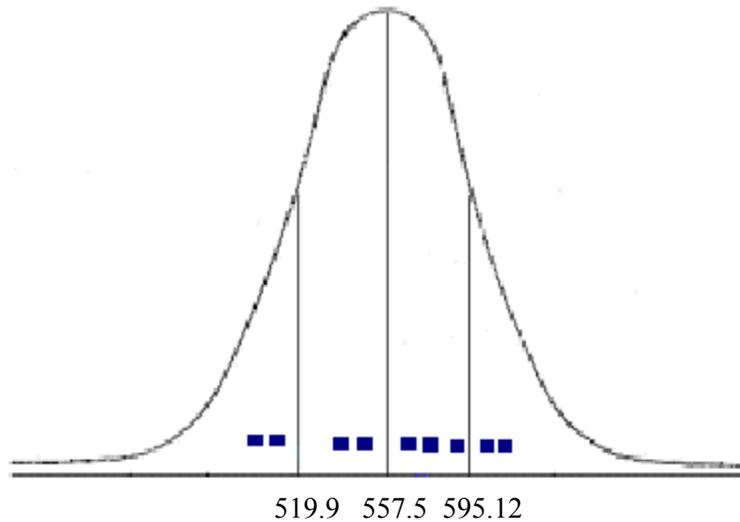


Figura No.11 Variable MED.  $\pm$  D.S.

Esta figura corresponde al tratamiento 3 (apéndice B2), la mayor parte de los valores están dentro de la zona de aceptación, otros sobresalen de la media, teniendo dispersores arriba de la normalidad mejorando los pesos comparado con el tratamiento 1 y 2, lo cual refleja que con la dilución de la mezcla de solución orgánica nutritiva se puede mejorar la producción de forraje por lo consiguiente en lo económico tiende hacer mínimo el costo de producir forraje para los animales con esta técnica. Con esto se puede decir que existe un gran potencial para trabajar con concentraciones menores de producto en la producción de forraje, con la practica de principios homeopáticos se tiene una acción aceptable, siendo evidente los dos

valores que sobrepasan a los demás expresando mejores rendimientos comparados con el tratamiento 1 y 2 que fue regado con una mayor concentración de la solución orgánica nutritiva, aparte que se esta sustituyendo lo químico por lo orgánico lo cual es mas saludable para el animal y posterior mente el consumidor final el hombre ya sea directa o indirectamente.

### **Tratamiento 0**

MED. = 592.11

D.S.= 54.03

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1.- 600.6 | 6.- 589.5 |
| 2.- 554.1 | 7.- 563.8 |
| 3.- 550.4 | 8.- 546.4 |
| 4.- 680.4 | 9.- 683.7 |
| 5.- 560.9 |           |

Peso del forraje verde día 15 (Fig. No. 12)

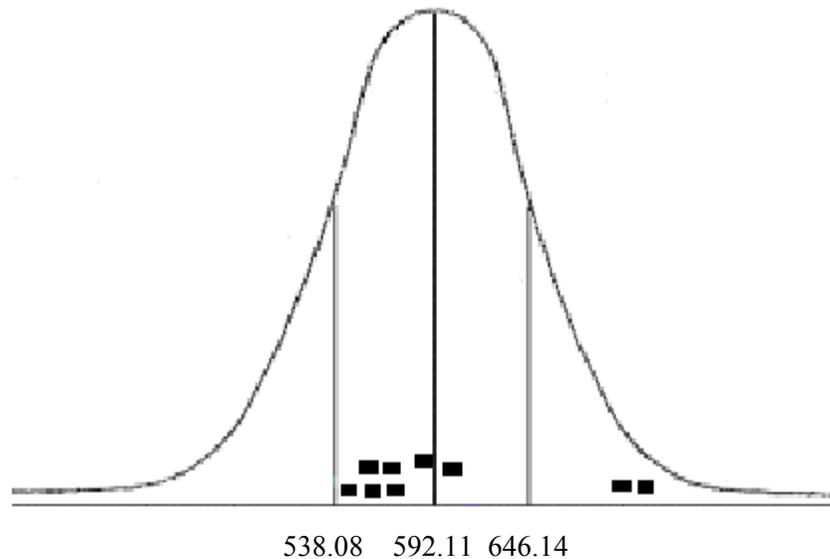


Figura No. 12 Variable MED.  $\pm$  D.S.

Esta figura corresponde al testigo T0 (apéndice B2), se le agrego agua corriente al geminado sin solución nutritiva, en este esquema podemos observar que los pesos obtenidos del forraje todos son buenos, los valores están dentro de la zona de aceptación y algunos sobresalientes por arriba de la media, y dispersores arriba de la media, cabe mencionar que estos valores se obtuvieron por que se tuvo una forma mala en los riegos, ya que la aplicación de la solución nutritiva se hacia a los primeros tres tratamientos con una sola bomba de mochila, en cada intervalo de riego se limpia la bomba de aspersion con agua y posteriormente se pasaba al siguiente riego con la misma, el cual le que daba residuos mínimo de la solución nutritiva, luego que el testigo le llegaba un escurrimiento mínimo de la solución nutritiva de los tratamientos. Con esto se puede decir que sin intención alguna se confirma la técnica homeopática que con una mínima concentración de nutrientes se puede producir, siendo evidente los dos valores que sobrepasan a los demás expresando mejores rendimientos comparados con los primeros tratamientos.

## DISCUSIÓN

Haciendo referencia, que la cantidad de peso fresco correspondiente al tratamiento 1, fue el menos eficiente en cuanto a rendimiento de peso, comparado con los tratamientos 2 y 3; los pesos obtenidos son muy bajos en su mayoría están por de bajo del valor de la media, ya que la solución orgánica nutritiva que se le aplico al germinado estaban disponibles pero no pudo ser asimilada completamente, mayor concentración de nutrientes no es tan efectiva en esta investigación, por lo con siguiente existe un gran potencial para trabajar con concentraciones menores de producto en la solución, siendo evidente que los valores de peso del forraje en este tratamiento la mayoría esta por de bajo de la media.

Por otro lado tenemos los tratamientos 2 y 3, los cuales tienen un diferencia en cuanto a peso; el tratamiento 2 algunos valores están dentro de la zona de aceptación otros por arriba de la media, dispersores arriba de la normalidad y por de bajo de la misma; pero aun menor comparado con el tratamiento 3, la mayor parte de los valores están dentro de la zona de aceptación, otros sobresalen de la media, teniendo dispersores arriba de la normalidad mejorando los pesos de los dos anteriores, esto quiere decir que con las diluciones que se le aplico al tratamiento 3 tuvo mejor peso que el tratamiento 1 y 2, esto da una perspectiva y una visión en esta investigación la cual refleja que con la dilución del producto se puede mejorar la producción de forraje por lo consiguiente en lo económico tiende hacer mínimo el costo con las diluciones para producir forraje para los animales. Con esto se puede decir que existe un gran potencial para trabajar con concentraciones menores de producto en la producción de forraje, por lo tanto la técnica de principios homeopáticos tiene una acción aceptable.

En el testigo T0, se le agrego agua corriente al geminado sin solución nutritiva, los pesos obtenidos del forraje todos son buenos, los valores están dentro de la zona de aceptación y algunos sobresalientes por arriba de la media, sin dispersores fuera

de la zona de normalidad, are un hincapié que estos valores se obtuvieron ya que se tuvo una forma mala en los riegos, la aplicación de la solución nutritiva se hacia a los primeros tres tratamientos con una sola bomba de mochila, en cada intervalo de riego se limpiaba la bomba de aspersión con agua y posteriormente se pasaba al siguiente riego con la misma, el cual sin intención alguna que daba residuo mínimo de la solución nutritiva, aparte que el testigo estaba de bajo de los tres tratamientos el cual tenia un escurrimiento mínimo de la solución nutritiva de los tratamientos por lo con siguiente asimilo una mínima parte de lo nutrientes, eso seria una de las respuestas del por que. Con esto se puede decir que se confirma la técnica homeopática que con una mínima concentración de nutrientes se puede producir, siendo evidente los dos valores que sobrepasan a los demás expresando mejores rendimientos comparados con los primeros dos tratamientos.

En relación al contenido de nutrientes del forraje verde hidropónico reportados en este trabajo resultan ser bastante satisfactorios al encontrarse porcentajes de proteína muy altos en un análisis bromatológico que se realizo comparado con otros cereales.

Volviendo al resultado obtenido del análisis bromatológico del FVH se observa un mayor contenido de nutrientes, en proteína cruda 39.31% en el tratamiento # 1 pero bajo peso en forraje verde, ya que se tuvo una mayor concentración de nutrientes al aplicarlo estos estaban disponible pero no supo asimilarlo, en el tratamiento # 3 un 20.5 % de proteína cruda, se tiene un buen porcentaje de nutrientes pero no se compara con el tratamiento # 1, al tener mayor proteína en los forrajes ayuda a los animales que están en pleno crecimiento, ya que sus necesidades nutricionales son bastante altas, por lo tanto decimos que la solución orgánica nutritiva tuvo una importancia excelente; si pasamos al

valor de la fibra cruda se observa que en el tratamiento # 1 se tiene un 12.06 % de fibra, y en el tratamiento # 3 tenemos un 15.95 % estos resultados son muy buenos por que demuestra la diferencia del tratamiento # 1 y el tratamiento # 3; ya que el tratamiento # 1 tiene bajo el valor de fibra por lo con siguiente este forraje es mas digestible por el animal, si se tiene un valor alto en fibra en este caso el tratamiento # 3, se tiene una concentración de lignina, este es un polímero que encapsula al nitrógeno lo cual no puede ser asimilado por las bacterias y protozoarios del rumen. Figura No. 7

Como sugerencia en este trabajo a aconsejaría que al producir forraje con la mezcla de solución nutritiva orgánica; puesta las charolas para la producción se iniciara con agua los primeros días y posteriormente con el tratamiento # 3 para que el germinado asimile los nutrientes disponibles y tenga un buen peso, faltando 8 días para la cosecha aplicar el tratamiento # 1 para que este aporte todos los nutrientes que el germinado pueda asimilar y tengamos un alto valor nutricional que eso es lo que el productor busca en cada forraje.

## *CONCLUSIONES*

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

- Respecto a la solución orgánica nutritiva utilizada en el proceso de producción de forraje verde hidropónico, la solución 3 resultó ser más eficiente en cuanto a peso, para el cultivo de forraje verde.
- Respecto a los datos obtenidos en peso el tratamiento 3 y T0 mostraron tener mejor rendimiento en forraje verde que los dos anteriores tratamientos.
- En base al contenido de nutrientes el tratamiento 3 mostró tener mayor porcentaje de proteína en base a materia seca no que dándose atrás el testigo.
- En el presente trabajo se infiere la posibilidad de que los ingredientes utilizados en la solución nutritiva, muestran una alternativa económica a los pequeños productores que carecen de insumos por que con pequeñas concentraciones del producto se puede producir forraje verde.
- **En este estudio se comprueba que los principios homeopáticos practicados en las soluciones orgánicas nutritivas (diluciones)**

**tienen alto grado de efectividad y una acción aceptable en este trabajo.**

## LITERATURA CITADA

### LIBROS

Camacho, M. F. 2005. Evaluación de Caldos Nutritivos ( Soluciones nutritivas orgánicas) en la Producción de Forraje Verde Hidropónico. ( x. Tricosecale W.) Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México

Cuervo, P. E. 2004. Evaluación de Producción y Calidad de Forraje Verde Hidropónico en Maíz, Cebada, y Trigo Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

García, A. J. C. 2004. Evaluación de forraje verde hidropónico en tres especies forrajeras (cebada, trigo y triticale) bajo condiciones de invernadero. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo. Coahuila, México.

López, F. J. F. 1988. Evaluación de Seis Especies Forrajeras Bajo Técnica de Hidropónica. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo. Coahuila. México.

Lomerí, Z. H., 2000. Forraje verde hidropónico. Agricultura. Edición N° 63 p. 15.

Philippe M. Servais, 2002. LAROUSSE de la homeopatía. Ediciones Larousse, S. A. de C. V., México D. F., 318p.

Rodríguez, S. A. C., 2003. Cómo producir Forraje Verde Hidropónico. Editorial Diana, S. A. de C. V. México, D. F. 111p.

Samperio, R. G., 1997. Hidroponía Básica. Editorial Diana. S. A. de C. México D. F. pp. 32- 36.

## SITIOS WEB.

Biurrun, R., 2003. (En línea), hidroponía en navarra, Área de Producción de Cultivos. En:  
<<http://www.google.com.mx/search?q=soluciones+nutritivas&hl=es&lr=&start=60&sa=N>> (consulta 11 oct. 2005)

Correa, M. M., 1997. (En línea), ¿Qué es la Hidroponía? En:  
<<http://www.monografias.com/trabajos13/hidropo/hidropo.shtml>> (consulta: 12 oct. 2005).

Oelke, E A., E.S. Oplinger y M.A. Brinkman.1992. (En línea). Triticale, Alternative Field Crops Manual. En:  
<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/triticale.html&prev=/search%3Fq%3Dtriticale%26hl%3Des%26lr%3D>> (consulta 12 oct. 2005).

Rodríguez, D. A., 2002. (En línea), Hidroponía: Perspectivas y Futuro. Universidad Agraria la Molina, Lima, Perú. En:  
<<http://www.fcq.uach.mx/educontinua/hidroponia/peryfuturo.htm>> (consulta 11 oct. 2005).

Sánchez, C. A., 2001. (En línea), Manual Técnico "Producción de Forraje Hidropónico" Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.  
<<http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/pdf/1.pdf>> (consulta: 12 oct. 2005).

Hansen, R., 2005. (En línea). Triticale. Universidad del estado de Iowa. En:  
<<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.agmrc.org/agmrc/commodity/grainsoilseeds/triticale/&prev=/search%3Fq%3Dtriticale%26hl%3Des%26lr%3D>> (consulta 12 oct. 2005).

Universidad Politécnica de Valencia, 2003.  
<[http://www.euita.upv.es/varios/biología/Temas/tema\\_17.htm#Temperatura](http://www.euita.upv.es/varios/biología/Temas/tema_17.htm#Temperatura)>

Grupo Consultora Ambiental (GCA)  
<[http://hidroponia.gcaconsultora.com.ar/info\\_hidrop.html](http://hidroponia.gcaconsultora.com.ar/info_hidrop.html)>

FAO 2001. <<http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/pdf/1.pdf>>

<<http://www.monografias.com/trabajos13/hidropo/hidropo.shtml>>

<[http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema\\_17.htm#Temperatura.](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm#Temperatura.)>

<<http://www.usuarios.lycos.es/forrajehidroponico>>

<http://www.agroed.com,mx/agrocultura-63-forraje.html>.  
[www.unmsnm.com](http://www.unmsnm.com)

[www.agro.itesm.mx/agronomia](http://www.agro.itesm.mx/agronomia)

TABLA GLOBAL DE VARIABLES										
Variables	n	X	D .S.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	CV %	Normalidad
P.S.H.	36	312.53	7.94	285.4	326.2	40.8	312.45	312.4	2.54	R
R.S.S.H:S.S.	36	1.73	0.04	1.59	1.81	0.22	1.74	1.74	2.50	R
RPG:S.S. Día 13	36	2.63	0.19	2.26	3.03	0.77	2.63		7.29	A
RPG:S.S. Día 15	36	2.94	0.36	2.27	3.8	1.53	2.98		12.49	A
A.F.(Alta) Día 10	36	8.16	2.14	4	10.3	6.3	9	9	26.34	R
A.F.(Med) Dia 10	36	5.24	1.9	2	8	6	5.9		36.31	A
A.F.(Baja) Día 10	36	1.63	0.44	0.8	2.5	1.7	1.6	2	27.41	A
P.F.Gr. Dia 13	36	476.42	33.67	407	546.1	139.1	476.55		7.06	A
R. X.T. (Lts)	36	27.1	0.57	26.15	27.66	1.51	27.29		2.12	R
P.F.Gr. Día 15	36	528.91	66.10	408.3	683.7	275.4	536.5		12.49	A
A.F.(Alta) Día 15	36	12.90	3.51	6.5	17.5	11	14		27.26	A
A.F.(Med) Dia15	36	9.15	3.00	3.5	14.6	11.1	9.65	10	32.83	A
A.F.(Baja) Día 15	36	4.22	1.95	1	8.5	7.5	5	5	46.29	A

## APENDICE A

### A1. Tabla global de datos estadísticos

### A2. Tabla de datos estadísticos para el tratamiento 1

TABLA DE VARIABLES Tratamiento 1										
Variables	n	X	D .S.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	CV %	Normalidad
P.S.H	9	306.43	12.69	285.4	312.4	36	311.9		4.14	A
R.S.S.H:S.S.	9	1.7	0.06	1.59	1.79	0.2	1.73	1.73	4.07	A

RPG:S.S. Día 13	9	2.44	0.16	2.26	2.73	0.47	2.39		6.75	A
RPG:S.S. Día 15	9	2.49	0.2	2.27	2.91	0.69	2.41		8.25	A
A.F.(Alta) Día 10	9	4.61	0.48	4	5.5	1.5	4.5	4.5	10.53	A
A.F.(Med) Día 10	9	2.33	0.25	2	2.5	0.5	2.5	2.5	10.71	A
A.F.(Baja) Día 10	9	1.04	0.22	0.8	1.5	0.7	1	1	21.46	A
P.F.Gr. Día 13	9	441.43	30	407	493	86	431.7		6.79	A
R. X.T. (Lts)	9									A
P.F.Gr. Día 15	9	448.18	36.82	408.3	522.9	114.6	433.9		8.21	A
A.F.(Alta) Día 15	9	7.66	1.29	6.5	10	3.5	7.5	6.5	16.94	A
A.F.(Med) Día 15	9	5	1.27	3.5	8	4.5	5	5	25.49	R
A.F.(Baja) Día 15	9	1.61	1.31	1	5	4	1	1	81.78	R

### APENDICE B

#### B1. Tabla de datos estadísticos para el tratamiento 2

TABLA DE VARIABLES Tratamiento 2										
Variables	n	X	D .S.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	CV %	Normalidad
P.S.H	9	314.82	4.75	310.9	326.2	15.3	313.7	314	1.51	R
R.S.S.H:S.S.	9	1.74	2.57	1.73	1.81	0.08	1.74	1.74	1.47	R
RPG:S.S. Día 13	9	2.59	0.13	2.38	2.77	0.39	2.59		5.04	A
RPG:S.S. Día 15	9	2.87	0.12	2.71	3.04	0.33	2.91		4.49	A
A.F.(Alta) Día 10	9	9.17	0.68	8	10.3	2.3	9		7.50	A
A.F.(Med) Día 10	9	5.65	1.13	4.5	7.5	3	5.5	4.5	20.10	A
A.F.(Baja) Día 10	9	1.57	0.25	1.2	2	0.8	1.5	1.75	16.39	A
P.F.Gr. Día 13	9	473.83	18.95	443.9	500	56.1	474.2		4.00	A
R. X.T. (Lts)	9									
P.F.Gr. Día 15	9	517.83	23.36	487.3	546.8	59.5	523.5		4.51	A
A.F.(Alta) Día 15	9	13.22	1.39	11	15	4	13.5		10.54	A
A.F.(Med) Día 15	9	9.11	1.16	7.5	11	3,5	9		12.80	A
A.F.(Baja) Día 15	9	4.33	0.82	3	5.5	2.5	4.5	4.5	19.13	A

#### B2. Tabla de datos estadísticos para el tratamiento 3

TABLA DE VARIABLES Tratamiento 3										
Variables	n	X	D .S.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	CV %	Normalidad
P.S.H	9	315.53	2.77	311.9	319.1	7.2	315.6		0.88	A
R.S.S.H:S.S.	9	1.75	0.01	1.73	1.77	0.04	1.75		.84	A
RPG:S.S. Día 13	9	2.71	0.15	2.48	2.93	0.45	2.72		5.53	A
RPG:S.S. Día 15	9	3.09	0.20	2.78	3.35	0.57	3.16		6.75	A
A.F.(Alta) Día 10	9	9.58	0.50	8.8	10	1.2	9.8	10	5.22	A
A.F.(Med) Dia 10	9	6.16	0.56	5.5	7.5	2	6	6	9.13	A
A.F.(Baja) Día 10	9	1.94	0.27	1.5	2.5	1	2	2	14.11	A
P.F.Gr. Dia 13	9	489.86	27.16	446.5	527.6	81.1	490		5.54	A
R. X.T. (Lts)	9									
P.F.Gr. Día 15	9	557.51	37.61	500	602.4	102.4	569		6.74	A
A.F.(Alta) Día 15	9	15.47	1.77	12.5	17.5	5	15.6		11.45	A
A.F.(Med) Dia15	9	11.28	1.84	10	14.6	4.6	10	10	16.33	A
A.F.(Baja) Día 15	9	5.22	1.58	3	8.5	5.5	5		30.31	A

### B3. Tabla de datos estadísticos para el testigo T0

TABLA DE VARIABLES Testigo T0										
Variables	n	X	D .S.	Mínima	Máxima	Rango	Mediana	Moda	CV %	Normalidad
P.S.H	9	313.35	5.08	305.5	322.7	14.2	312.2	310.4	1.62	A
R.S.S.H:S.S.	9	1.74	0.03	1.71	1.79	0.08	1.73	1.72	1.72	A
RPG:S.S. Día 13	9	2.77	0.15	2.61	3.03	0.42	2.74		5.41	A
RPG:S.S. Día 15	9	3.29	0.29	3.04	3.8	0.76	3.13		9.09	A
A.F.(Alta) Día 10	9	9.26	0.50	8.5	10	1.5	9	9	5.42	A
A.F.(Med) Dia 10	9	6.81	0.85	5.5	8	2.5	7	7	12.57	A
A.F.(Baja) Día 10	9	1.97	0.22	1.5	2.3	0.8	2	2	11.52	A
P.F.Gr. Dia 13	9	500.55	26.84	471.4	54.61	74.7	494.9		5.36	A
R. X.T. (Lts)	9									
P.F.Gr. Día 15	9	592.11	54.03	546.4	683.7	137.3	563		9.15	A
A.F.(Alta) Día 15	9	15.24	1.66	13	17.5	4.5	15.9	13	10.94	A
A.F.(Med) Dia15	9	11.2	1.96	8	13	5	12	13	17.51	A
A.F.(Baja) Día 15	9	5.72	0.66	5	7	2	6	6	11.65	A

## APENDICE C

Datos de campo tomados de la producción de forraje verde del día 15 en gramos.

DATOS OBTENIDOS DE CAMPO				
Peso del forraje del Día 15 en ( gr.)				
Charolas	T1	T2	T3	T0
1	522.9	546.8	509.1	600.6
2	418.9	543.8	540.6	554.1
3	484	487.3	572.6	550.4
4	408.3	542.9	601.2	680.4
5	421.3	489.1	602.4	560.4
6	438.6	492.3	490	589.5
7	449.8	530.2	584.5	563.8

8	480	523.5	538.2	546.4
9	428.4	513.6	569	683.7
	4052.2	4669.5	5007.6	5329.3