

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



“Control de poblaciones de hongo durante el crecimiento de FVH usando extractos de *Agave lechuguilla* (lechuguilla)”

POR:

GREGORIO SERRANO RESENDIZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO 2014



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**



**"Control de poblaciones de hongo durante el crecimiento de FVH usando
extractos de *Agave lechuguilla* (lechuguilla)"**

POR:

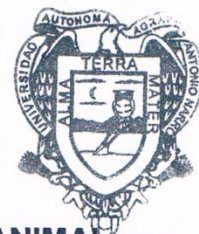
GREGORIO SERRANO RESENDIZ

TESIS

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

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

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



**Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO, 2014



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
TESIS POR:



GREGORIO SERRANO RESENDIZ

"Control de poblaciones de hongo durante el crecimiento de FVH usando extractos de *Agave lechuguilla* (lechuguilla)"

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍAS Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

DR. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN
PRESIDENTE

PHD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE
VOCAL 1

M.V.Z. JESÚS GAETA COVARRUBIAS
VOCAL 2

M.V.Z. RODRIGO SIMÓN ALONSO
VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MARZO, 2014

A mis padres

Severino Serrano Mejía

Cirila Resendiz Resendiz

Les agradezco por apoyarme incondicionalmente para poder alcanzar todas mis metas, por enseñarme el valor del esfuerzo, por guiar mi camino, por brindarme su cariño por apoyarme en mis decisiones; los quiero mucho.

A mis hermanos

Luis Fernando Serrano Resendiz y José Ángel Serrano Resendiz

Por apoyarme durante esta etapa de mi vida, por sus consejos que me ayudaron a tomar decisiones para bien, por estar conmigo en las buenas y en las malas por brindarme su apoyo incondicional, por enseñarme el valor de la amistad más que hermanos son como mis mejores amigos.

A mi novia

Diana Teresa carrizal Alonso

Por ser la persona más especial del mundo, por brindarme su cariño y su amor en momentos cuando mas lo necesitaba. Por formar parte de mi vida gracias Te amo Dianita

A mi asesor

Al Dr. Fernando Ulises Adame de León por depositar su confianza en mi para la realización de este trabajo, por guiarnos por el camino del saber, por compartir sus experiencias y conocimientos con todos nosotros muchas gracias doctor.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	III
INDICE DE FIGURAS	IV
RESUMEN	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 DEFINICION DE AGAVE LECHUGUILLA	4
3.1.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	5
3.1.2 USOS DEL AGAVE LECHUGUILLA.....	5
3.1.3 ACTIVIDAD ANTIFUNGICA DEL AGAVE LECHUGUILLA	5
3.2 ALIMENTACIÓN DE CONEJOS A TRAVÉS DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	6
3.3 FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	7
3.4 JUSTIFICACIÓN	8
3.5 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	9
3.6 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	10
3.7 OBJETIVOS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	12
4.2 MATERIALES	12
4.3 METODOS	14
4.3.1 MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE AGAVE LECHUGUILLA CRUDO.....	14
4.3.2 MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE AGAVE LECHUGUILLA HERVIDO.....	14
4.4 MÉTODO PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	14
4.4.1 SELECCIONAR SEMILLA	14

4.4.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SEMILLA	15
4.4.3 EXTENDIDO DE SEMILLA EN CHAROLAS	16
4.4.4 RIEGO DE CHAROLAS.....	17
4.4.5 RECOLECCIÓN DE MUESTRA PARA LA PRUEBA DE pH.....	17
4.4.6 TOMA DE MUESTRAS PARA SIEMBRA DE MICROORGANISMOS ..	18
4.4.7 COSECHA DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	19
4.4.8 ANÁLISIS FÍSICO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	19
4.4.9 MEDIO DE CULTIVO:.....	20
4.4.10 PRUEBAS DE PALATABILIDAD	21
4.5 VARIABLES A EVALUAR DURANTE EL EXPERIMENTO	21
V. RESULTADOS.....	23
5.1 EVALUACION DE pH	23
5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE PRESENCIA DE HONGOS EN FVH	25
5.4 ANÁLISIS DE PALATABILIDAD	28
VI. DISCUSIÓN	29
VII. CONCLUSIÓN	31
VIII. LITERATURA CITADA.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

PAGINAS

CUADRO.1 VALORES PROMEDIO DE PH DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO	23
CUADRO. 2 RESULTADOS DE LA SIEMBRA DEL DÍA 5	25
CUADRO. 3 RESULTADOS DE LA SIEMBRE DEL DÍA 10	25
CUADRO. 4 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FIJOS DE FVH	27
CUADRO. 5 RESULTADOS OBTENIDOS DESPUÉS DE PRUEBA DE PALATABILIDAD	28

INDICE DE FIGURAS	PÁGINAS
FIGURA1. MATERIALES PARA EL RIEGO DEL EXPERIMENTO	13
FUGIRA.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SEMILLA DE TRIGO	15
FIGURA.3 IDENTIFICACIÓN DE CHAROLAS	16
FIGURA. 4 TOMA DE MUESTRA CON HISOPO	18
FIGURA.5 FORRAJE LISTO PARA COSECHA	19
FIGURA.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	19
FIGURA.7 PESAJES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	21
FIGURA.8 CONEJOS EN PRUEBA DE PALATABILIDAD	21
FIGURA.9 NIVELES DE PH PARA TESTIGOS Y TRATAMIENTOS	24
FIGURA.10 FIGURA. 10 HONGO <i>RHISOPHUS</i> SPP	26

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Consistió en evaluar la inhibición del crecimiento de hongos sobre el forraje verde hidropónico producido a partir de semilla de trigo forrajero, utilizando extracto del amole de lechuguilla (*agave lechuguilla*), preparado como extracto crudo y extracto hervido.

El trabajo experimental con forraje verde hidropónico de semilla de trigo se realizó con un total de 5 charolas donde 3 charolas sirvieron como el grupo testigo. Cada charola fue regada con diferentes sustancias la primera fue regada con agua corriente, la segunda con agua corriente hervida y la tercera con una preparación de agua con sorbato de sodio al 2% y benzoato de potasio al 1%. Las 2 charolas restantes pertenecían al grupo experimental donde una fue regada con el extracto de agave lechuguilla en crudo y la otra con el extracto de agave lechuguilla hervida. Las charolas fueron acomodadas en una base de madera estratégicamente donde cada charola era regada 5 veces al día esto durante un periodo de 15 días y se llevaban a cabo diariamente la toma de 3 muestras de las diferentes soluciones con las que eran regadas. Para cada una de las muestras colectadas se hicieron mediciones del pH para observar si estas se encontraban en estado ácido o alcalino y así saber si era un pH ideal para el crecimiento de los hongos. Durante el experimento, el día 5 y el día 10 se tomaron muestras del fondo de la raíz de los cultivos y se incubaron en una caja de Petri con medio mínimo esencial en Agar Dextrosa Sabourand: (cultivo y conservación de hongos). Para evaluar el crecimiento de colonias de hongos.

Al término del experimento, el forraje verde hidropónico se les proporcionó a conejos que fueron utilizados como testigos para evaluar la palatabilidad y si el extracto con el que fue regado el forraje verde hidropónico había modificado el sabor de este.

Se observó que durante el experimento el crecimiento de hongos fue nulo esto durante los primeros cinco días y que el pH se mantuvo alcalino. Pero a partir del día seis y hasta finalizar el experimento si hubo crecimiento de hongos esto pudo ser a causa del cambio de pH ya que cambio a estado ácido.

En cuanto a la prueba de palatabilidad se observó que al proporcionar el forraje a los conejos, estos comenzaron a aceptarlo de manera favorable y durante esta prueba hubo buena aceptación del forraje por lo tanto los extractos con los que fueron regados no perjudicaron el consumo del forraje.

Palabras clave: agave lechuguilla, forraje verde hidropónico, palatabilidad, pH, hongos.

I. INTRODUCCIÓN

El forraje verde hidropónico (FVH) es una metodología de producción de alimento para el ganado que resulta propicia para evadir las principales dificultades encontradas en zonas áridas y semiáridas para la producción convencional de forraje.

Una alternativa viable y poco conocida en nuestro país, la constituye el Forraje Verde Hidropónico (FVH), el cual consiste en la germinación de semillas y su posterior crecimiento, bajo condiciones ambientales controladas, en ausencia de suelo (*Rotar, 2004*).

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 climáticos, la erosión del suelo, la falta de agua y su contaminación, son algunos de los factores que han influenciado la búsqueda de nuevos métodos alternos de producción (*FAO 2001*). Esta técnica ha sido muy utilizada en la producción de vegetales y hortalizas, no así en el campo de la producción de forraje, donde su uso ha sido muy limitado, especialmente en nuestro país.

El término hidropónico, significa que el cultivo de estas plantas se basa en el agua (cultivo en agua), en contraposición de geopónico, cultivo que tiene lugar en la tierra. La hierba hidropónica, también se puede llamar forraje (de cereal), es un grupo de plantas herbáceas, obtenidas de granos de cereales y destinadas para alimentos de animales. Esta hierba será utilizada como tal (sin modificación) para algunos animales como bovinos, ovinos, caprinos, conejos, camélidos, etc. o después de algunas modificaciones (picado, triturado y/o secado, etc.) para la alimentación de aves (*Duran, 2003*).

El sistema ofrece una alternativa para la producción rápida y simple de forraje verde de gran valor en época seca o cuando las condiciones climáticas no permitan la cosecha de forraje, sea por parte del hombre o por parte de los animales. La técnica, en sí, es muy sencilla, y consiste en colocar semillas de cereales como maíz, cebada, trigo o sorgo, en bandejas de plástico, aluminio o fibra de vidrio, que luego son colocadas en estantes, para la posterior germinación

de la semilla. El forraje se cosecha entre 7 y 15 días posteriores y cuando las plantas alcanzan entre 20 y 25 cm de altura, pueden ser ofrecidas a los animales. Se ha observado que por cada kilogramo de grano germinado, se obtiene una biomasa de 9 o más kilogramos, conformada por tallos, hojas, raíces, restos de semilla y semillas no germinadas.

Las ventajas del FVH, son: suministro constante durante todos los días del año, evitando alteraciones digestivas, menor incidencia de enfermedades, aumento en la producción de leche o carne y en general todas las ventajas que los animales pueden obtener de una buena alimentación. En una prueba con un lote de 150 vacas con baja producción de leche, se les alimentó con FVH durante 60 días, se observó que desde la primera semana se obtuvieron resultados positivos, con un incremento promedio de 23.7%; sin embargo, existieron ejemplares que tuvieron hasta 40% de incremento en producción.

II. OBJETIVOS

Evaluar el efecto antifúngico del extracto lechuguilla (*Agave lechuguilla*) sobre el forraje verde hidropónico.

Favorecer la utilización del forraje verde hidropónico como una fuente de alimentación económica y nutritiva para animales.

Evaluar la palatabilidad del forraje verde hidropónico tratado con extracto de lechuguilla

HIPÓTESIS

La utilización de extracto de lechuguilla (*Agave lechuguilla*) favorece la inhibición de crecimiento de hongos sobre el forraje verde hidropónico.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 DEFINICION DE AGAVE LECHUGUILLA

Agave lechuguilla es una planta que pertenece a la familia de las Agavaceae, crece en zonas áridas, en terrenos calizos y rocosos. Se explota para la obtención de la fibra, conocida en México como ixtle, la cual se utiliza ampliamente en las industrias de la fabricación de cepillos y de la construcción debido a sus características abrasivas y alto índice de retención de agua (65 por ciento) (Hernández et al, 2005).

El *Agave lechuguilla* crece en forma silvestre en zonas áridas y semiáridas desde el sur de Texas y Nuevo México en los Estados Unidos de Norteamérica, hasta los centrales estados de Querétaro, Hidalgo y Guanajuato en México (Silva Et al, 2003). La lechuguilla crece en suelos arcillosos donde la precipitación pluvial es de 150-500 mm anuales, en altitudes que van de 200 a 2400 msnm (Pando et al, 2002).

Es un recurso fundamental en la economía de numerosas familias de las poblaciones áridas del altiplano mexicano, ya que por lo menos durante un tercio del año se explota para la obtención de la fibra denominada ixtle; la cual debido a sus características abrasivas y su alto índice de retención de agua (65 %) se utiliza en las industrias de la fabricación de cepillos y de construcción, además en jarcería y cestería. La fibra se consigue por el tallado de la hoja, constituida por un 15 por ciento de fibra y un 85 por ciento de pulpa. La pulpa contiene compuestos bioactivos de interés, entre los que destacan las saponinas que presentan diversas propiedades de aplicación farmacológica (Reyes et al, 2000).

3.1.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA

(Orozco *et al*, 1997) Estimo que el peso fresco promedio de un cogollo es de 356.54g y contiene 14.6% de fibra y 85.43% guishe (tejido succulento y agua de las hojas).

3.1.2 USOS DEL AGAVE LECHUGUILLA

En México el aprovechamiento comercial de la lechuguilla se inicio en las haciendas durante la segunda mitad del siglo XIX. Entre 1890 y 1896. La mayor parte de la fibra producida se exportaba a países productores de cepillos industriales, como Estados Unidos, Japón, Holanda y Alemania. Respecto a su uso como fuente de esteroides. *A. lechuguilla* es materia prima para la obtención de esmilagenina, que es un precursor esférico, ya que sus hojas contienen entre 1 y 2% del peso seco, de esa sapogenina. También, existe la posibilidad de obtener de la lechuguilla la materia prima para la elaboración de cortisona, un antiinflamatorio, e incluso estrógenos y progesterona (Reyes *et al*, 2000).

3.1.3 ACTIVIDAD ANTIFUNGICA DEL AGAVE LECHUGUILLA

Fue demostrado que la mezcla de los extractos de *L. tridentata*, *A. lechuguilla* y *Carya illinoensis* (nuez) fueron efectivas para inhibir el crecimiento de hongos como los que se muestran en el cuadro (cabrera *et al*, 2009)

(Verastegui, 1995). Observó que los extractos de hojas y amole de agave lechuguilla tienen mayor actividad toxica sobre hongos levaduriformes, y filamentosos así como actinomicetos probados.

3.2 ALIMENTACIÓN DE CONEJOS A TRAVÉS DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Las necesidades nutritivas del conejo son: proteína 15-18% de la dieta, grasa 2-5%, manganeso 1.0 mg, magnesio 40 g por cada 100 g de dieta, potasio 0.6% fósforo, 0.22%, vitaminas: A 50 mg/Kg. de peso, E 1 mg/Kg. de peso corporal, B 1 mg/g de dieta, colina 0.12% (NRC, 1979)

La utilización de dietas altas en forraje no hidropónico, como el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Alfalfa (*Medicago sativa*) en conejos destetados, señalan que la alfalfa puede incluirse en niveles altos en dietas para conejos sin afectar la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. El uso de zacate kikuyo a niveles muy altos en dietas para conejos, disminuye la ganancia de peso y afecta la conversión alimenticia; además, las utilidades parecen incrementarse al utilizar dietas basadas en forrajes, en comparación con el alimento comercial, considerando únicamente los costos por concepto de alimentación. Las dietas con diferentes niveles de energía y fibra presentan efecto sobre la ganancia en peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de conejos en crecimiento, por lo tanto el nivel óptimo biológico de energía y fibra coincide con el nivel óptimo económico, el cual es de 2200 Kcal de energía digestible (ED) y 14% de fibra cruda (FC) (López, 1996).

(Nava et al, 2005) dijeron que cualquier tratamiento a partir de la proporción 60% FVH + 40 % AB puede ser utilizada en la alimentación de conejos criollos *Oryctolagus cuniculus* con resultados de ganancia de peso similares a los obtenidos con una alimentación a base de 100% AB.

3.3 FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

La hidroponía se define como el cultivo sin suelo sobre sustratos inertes, con el uso de soluciones nutritivas que abastecen óptimamente los requerimientos nutricionales de las plantas (*Resh, 2001*).

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

El forraje verde hidropónico (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, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo. (*FAO, 2001*)

El FVH es un alimento altamente nutritivo que puede ser incluido en la dieta de animales mono y poligástricos, incrementando su fertilidad y productividad además de disminuir la incidencia de algunas enfermedades de tipo digestivo e infeccioso incluyendo parasitosis (*Salas et al, 2012*).

El ciclo de producción del FVH se ubica entre seis y nueve días, dependiendo del tipo de semilla que se emplee, la conversión de semilla a pasto es de un kg de semilla por aproximadamente siete kg de forraje y su valor nutritivo es tal que un kg de FVH reemplaza entre (3,1 y 3,4) kg de alfalfa verde (Valdivia, 1996). Además, para alimentar diariamente a una vaca lechera en producción son suficientes de (16 a 18) Kg de FVH en base fresca (*Lomelí, 2000*).

3.4 JUSTIFICACIÓN

Con el forraje- hidropónico se puede alimentar ganado vacuno, porcino, caprino, equino, cunícola y una gran cantidad de animales domésticos con excelentes resultados. Entre las ventajas que presenta el forraje hidropónico, se puede decir que permite un suministro constante durante todo el año, se pueden emplear terrenos marginales, se reduce el desperdicio de agua, se obtiene una fuente alternativa de alto valor nutricional, es completamente natural por lo que hay una menor incidencia de enfermedades, se puede dar un aumento en la fertilidad y la producción de leche (*Money 2005*).

La eficiencia del sistema de producción de FVH es muy alta. Estudios realizados en México (*Lomelli, 2000*), demostraron que a partir de 22 kg de semillas de trigo es posible obtener una óptima producción de 112 kg de FVH por día (9.65 kg FVH/m²/día). El sistema de producción de FVH ha posibilitado obtener mayor calidad de carne; aumento del peso vivo a la fecha de faena; aumento en la proporción de pelo de primera en el vellón de conejos; mayores volúmenes de leche; aumento de la fertilidad; disminución de los costos de producción por sustitución parcial de la ración por FVH (*Hidalgo, 1985*).

Nos ofrece una disponibilidad de forraje verde fresco todo el año, independiente de los problemas climáticos que sucedan (*FAO 2001*).

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (*Ñíguez, 1988*).

Ante el sistema de producción de FVH, presenta grandes alternativas para la producción animal, debido a al gran rendimiento y bajo consto que representa su producción tanto de materia verde como seca, así como los kilogramos de proteína producidos en pequeñas áreas y sin necesidad de suelo, maquinaria agrícola y grandes de agua (*Agrored, 2003*).

Referente al valor nutrimental del forraje verde hidropónico (FVH), (*Resh 2001*) reporta que el forraje derivado del trigo tiene un valor nutricional equivalente a 3 kg de alfalfa fresca, por lo que una vaca lechera cubre sus requerimientos diarios con 16 a 18 kg de FVH. El contenido de Proteína cruda (PC) (13-14 %) y energía metabólica (2.4-2.5 Mcal·kg-1 MS) del FVH es suficiente para satisfacer los requerimientos de diversos tipos de ganado (*Anónimo, 2001*).

3.5 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

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 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; Lomelí 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 (*FAO, 2001*).

Eficiencia en el uso del espacio. El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil (*FAO, 2001*)

Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de FVH apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12. Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH (*Bonner y Galston, 1961; Koller, 1962; Simón y Meany, 1965; Fordham et al, 1975, citados todos ellos por Hidalgo, 1985.*)

Alianzas y enfoque comercial. El FVH ha demostrado ser una alternativa aceptable comercialmente considerando tanto la inversión como la disponibilidad actual de tecnología. El sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional. También permite la colocación en el mercado de insumos (forraje) que posibilitan generar alianzas o convenios estratégicos con otras empresas afines al ramo de la producción de forraje tales como las empresas semilleristas, cabañas de reproductores, tambos, locales de invernada, ferias, locales de remates, aras de caballos, cuerpos de caballería del Ejército, etc. En la actualidad existen empresas comercializadoras de FVH en distintos países y todas ellas gozan de un buen nivel aparente de ventas. (*FAO, 2001*)

3.6 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Los costos de construcción podrían ser elevados, si se piensa en instalar un invernadero prefabricado, con todos los implementos y acondicionamientos necesarios. Sin embargo, aquellos invernaderos hechos con materiales provenientes de la finca y mano de obra casera, pueden resultar de muy bajo costo (*ecag 2005*).

El contenido de materia seca puede ser muy bajo, debido a que el forraje se cosecha en muy corto tiempo, por lo que se sacrifica calidad por cantidad del mismo (ecag, 2005).

3.7 OBJETIVOS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

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

Entre los objetivos específicos, que se desarrollan en el manual, se encuentran:

- 1) Ofrecer al productor “un seguro alimentario”. El FVH es una estupenda herramienta de lucha contra la sequía, inundaciones o suelos anegados por las lluvias.
- 2) Convertirse en un eficiente y eficaz insumo tal que pueda sustituir todo o una buena parte del alimento concentrado ofrecido a los animales.
- 3) Bajar significativamente nuestros costos de alimentación animal.
- 4) Aumentar la producción de carne y de leche en los animales alimentados con FVH
- 5) Aumentar la fertilidad de los animales debido a los aportes de factores nutricionales presentes en el FVH (Vitamina "E").
- 6) Aumentar la rentabilidad de predios de escasa a muy escasa extensión.
- 7) Maximizar nuestro espacio de producción.
- 8) Lograr el auto empleo predial. (Fao, 2001)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La realización de este experimento se llevo acabo en uno de los invernaderos que esta ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con dirección en Periférico Raúl López Sánchez y Carretera Santa Fe, en Torreón, Coahuila, México. El municipio de Torreón es una ciudad de México, situada al norte del país, en el Estado de Coahuila; específicamente en la parte oeste sur de este estado nortero. Limita al norte y al este con el municipio de Matamoros; al sur y al oeste con el estado de Durango. Cuenta con una superficie de 1,947.70 kilómetros cuadrados, La ciudad tiene una altitud de 1124 metros sobre el nivel del mar y su precipitación pluvial media anual es de 144 mm. Latitud: 21° 31'11" Longitud W: 103° 25' 52". Clima cálido tipo semidesértico. En verano la temperatura puede rebasar los 40°C y en invierno puede alcanzar un mínimo de 2°C

4.2 MATERIALES

Semilla de trigo forrajero

Extracto de agave lechuguilla crudo y hervido

Agua potable y hervida

Benzoato de potasio 1%

Sorbato de sodio 0.5%

Charolas de 36 x 60 cm

Anaqueel para charolas

Invernadero de 8 x 25 m

Garrafones de 20 l de agua

Recipientes de 2l para riego (fig. 1)

Conejos para prueba de palatabilidad

Laboratorio de microbiología y suelos

PH metro



FIGURA.1 MATERIALES PARA EL RIEGO DEL EXPERIMENTO

4.3 METODOS

4.3.1 MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE AGAVE LECHUGUILLA CRUDO.

- 1.- Separar el amole de las pencas
- 2.- Moler en la licuadora un trozo de penca de aproximadamente 100 grs con un litro de agua potable
- 3.- Pasar la mezcla por un colador
- 4.- Depositar en un recipiente de 20 litros el extracto previamente colado junto con 20 lts de agua potable

4.3.2 MÉTODO PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE AGAVE LECHUGUILLA HERVIDO.

- 1.- Separar el amole de las pencas
- 2.- Moler en la licuadora un trozo de penca de aproximadamente 100 grs con un litro de agua potable
- 3.- Hervir la mezcla por 15 minutos
- 4.- Pasar la mezcla por un colador
- 5.- Depositar en un recipiente de 20 litros el extracto previamente colado junto con 20 lts de agua potable

4.4 MÉTODO PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

4.4.1 SELECCIONAR SEMILLA

Se utilizó semilla de trigo de buena calidad, y se separaron las semillas quebradas de las piedras, quedando pura semilla la semilla estaba libre de químicos y era semilla de bajo costo.

4.4.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SEMILLA

Se llevaron acabo tres lavados para su perfecta desinfección, el primer lavado se realiza con 15 litros de agua potable en una cubeta de 20 litros se coloco (fig. 2) 1kg de semilla previamente seleccionada se comenzó a mover manualmente la semilla para que se lavara completamente, después se retira todo lo que se encuentra flotando como semillas y basura. Después se realiza el segundo lavado ahora con 15 litros de agua potable y 5 ml de cloro por un tiempo no menor a 30 segundos ni mayor a 3 minutos ya que si se deja por más tiempo esto puede ocasionar que no ocurra la germinación Ya por ultimo se enjuago la semilla por 3 veces más. Después se dejo remojando la semilla por un tiempo de 24 horas para que absorba agua y comience la etapa de germinación.



FIGURA. 2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SEMILLA DE TRIGO

4.4.3 EXTENDIDO DE SEMILLA EN CHAROLAS

Para el extendido de la semilla que se dejó previamente remojando se utilizaron charolas de plástico de una medida de 36 x 60 cm estas charolas fueron lavadas y desinfectadas con detergente y cloro esto para evitar la contaminación de las semillas. Una vez listas las charolas se comenzó por extender 1 kg de la semilla pre germinada en cada una de esta y se extendió a modo de que formara una capa de aproximadamente 1.5 cm de espesor esto en cada charola. Las charolas fueron debidamente identificadas tanto las charolas testigo como las del experimento

(fig. 3), después se colocaron todas las charolas en un estante previamente adaptado dentro del invernadero y que contaba con una pendiente de 10° para que el agua de riego fluya a lo largo de la bandeja y salga por los orificios. Se taparon las charolas por un periodo de 48 horas esto para proteger a la semilla de la luz solar y así lograr una germinación más rápida y uniforme. Pasado el tiempo fue retirada las tapas y se alcanzó una germinación de un 90-95 %.



FIGURA. 3 IDENTIFICACIÓN DE CHAROLAS

4.4.4 RIEGO DE CHAROLAS

Para llevar acabo los riegos se utilizaron recipientes con una capacidad de 2 litros y cada recipiente contenía lo siguiente:

- 1.- Agua cruda o de la llave
- 2.- Agua hervida.
- 3.- Agua + sorbato + benzoato
- 4.- Extracto de lechuguilla crudo
- 5.- extracto de lechuguilla hervido

Diariamente se realizaban 5 riegos y eran a las 8 de la mañana, 11 de la mañana, 2 de la tarde, 4 de la tarde y 6 de la tarde. Y los riegos se realizaban rápidamente sobre toda la semilla extendida en la charola, esto sin hacer un riego excesivo.

4.4.5 RECOLECCIÓN DE MUESTRA PARA LA PRUEBA DE pH

Diariamente se tomaban 3 muestras que se colectaban del agua que escurría de cada charola estas se tomaban a las 11 am, 2pm y 6 pm la muestra se colectaba en un tubo de ensayo y se colectaban aproximadamente 3ml de agua de cada charola previamente regada, la muestra se llevaba a laboratorio de suelos y con un potenciómetro se medía el pH este procedimiento se llevo durante 10 días.

4.4.6 TOMA DE MUESTRAS PARA SIEMBRA DE MICROORGANISMOS

Se llevaron a cabo dos siembras esto para iniciar un cultivo y determinar la presencia de hongos y en que condiciones de pH se desarrollan con mayor frecuencia. Este procedimiento se realizó el día 5 y el día 10 del experimento.

Al momento de tomar cada muestra se utilizó un mechero encendido este se colocó junto a la base del forraje esto con la finalidad de evitar alguna contaminación y mantener el área estéril posteriormente con un hisopo estéril se procedió al raspado de la raíz del forraje verde hidropónico (fig. 4) y después el hisopo se colocó en una bolsa estéril sellada herméticamente este procedimiento se llevó a cabo con todas las charolas del experimento y una vez tomadas todas las muestras se enviarán a laboratorio para ser analizadas.

En el laboratorio se sembró en una caja petri con agar simple para crecimiento de hongo y se incubó por 48 hrs. Al término de las 48 hrs, se evaluó el crecimiento del hongo y se tomó una muestra con un asa para hacer un cultivo controlado y determinar que tipo de hongo se encontró en la muestra. A las 48 hrs posteriores se tiñeron las muestras de crecimiento de los hongos y se identificaron.



FIGURA. 4 TOMA DE MUESTRA CON HISOPO

4.4.7 COSECHA DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Este proceso se realizó a los 12 días y por cada charola cosechada se obtuvieron aproximadamente 9 kg de forraje (fig.9)



FIGURA. 5 FORRAJE LISTO PARA COSECHA

4.4.8 ANÁLISIS FÍSICO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Se llevo acabo el análisis del FVH donde se tomaron distintas características físicas como son el tamaño, el color, la raíz y el olor



FIGURA. 6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

4.4.9 MEDIO DE CULTIVO:

Agar Dextrosa Sabourand: (cultivo y conservación de hongos).

Método de preparación:

1. Rehidratar 65grs del medio en un litro de agua destilada.
 2. Reposar 10 a 15 minutos.
 3. Calentar agitando frecuentemente hasta el punto de ebullición durante 1 minuto para disolverlo por completo.
 4. Esterilizar en autoclave a 121°C (15 Lbs de presión).
-
1. Se tomaron 5 muestras de los de cultivos de forraje verde hidropónico (trigo), regadas cada una por su extracto (agua cruda, agua hervida, agua con sorbato al 2% y benzoato al 1%, agua con extracto de lechuguilla cruda y agua con extracto de lechuguilla hervida).
 2. De cada siembra se toma una muestra con hisopo esteril que serán puestas dentro de bolsas de plástico esteriles.
 3. Cada muestra se coloca en un frasco con 45ml de caldo peptonado, se agitara para desprender los hongos.
 4. De cada frasco se tomara 4ml para colocar 1ml a 4 cajas de Petri.
 5. Poner en medio agar dextrosa sabourand a cada caja de Petri, 2 cajas de Petri serán incubadas a 25°C y las otras 2 cajas de Petri a 35°C.
 6. Identificación de hongos en 25°C y levaduras en 35°C, no descartar hasta 5 días después de sembradas.
 7. Observación al microscopio.

4.4.10 PRUEBAS DE PALATABILIDAD

Durante esta prueba se llevo acabo el proporcionar a cierto numero de conejos la cantidad de 50 grs de fvh de cada charola perteneciente al experimento esta cantidad se les proporciono por un tiempo de aproximadamente 5 minutos durante este tiempo se observo si era consumido al final se retiro y se evaluó la cantidad de fvh consumido.



FIGURA. 7 PESAJES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO



FIGURA. 8 CONEJOS EN PRUEBA DE PALATABILIDAD

4.5 VARIABLES A EVALUAR DURANTE EL EXPERIMENTO

Durante este trabajo experimental se llevaron a cabo la evaluación de las siguientes variables:

- 1.- el pH del agua de riego de cada charola
- 2.- la proliferación de hongos
- 3.- características físicas del forraje verde hidropónico
- 4.- prueba de palatabilidad

V. RESULTADOS

5.1 EVALUACION DE pH

En el cuadro 1y fig. 9 Se muestra un promedio de pH de las muestras que se obtuvieron a partir de los riegos que se hicieron durante 10 días y se muestra que durante los primeros días los valores de pH comenzaban siendo levemente alcalinos, pero durante el transcurso de los riegos estos fueron disminuyendo a estado acido lo que nos indica que se volvió un ambiente ideal para el crecimiento de hongos.

CUADRO1. VALORES PROMEDIO DE PH DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE SORGO

Día	Agua cruda	Agua hervida	Benzoato-sorbato	<i>Lechuguilla</i> cruda	<i>Lechuguilla</i> Hervida
1	7.03	7.01	7.26	6.69	6.79
2	6.89	6.90	7.33	6.88	7.15
3	7.01	7.08	7.05	7.11	7.13
4	7.05	6.95	6.54	6.91	6.87
5	6.83	6.56	6.65	6.75	6.71
6	6.47	6.40	6.10	6.61	6.57
7	6.43	6.51	6.25	5.87	5.97
8	6.62	6.47	5.72	6.32	5.52
9	7.06	6.68	5.84	6.57	6.50
10	6.67	6.28	5.62	6.79	6.38

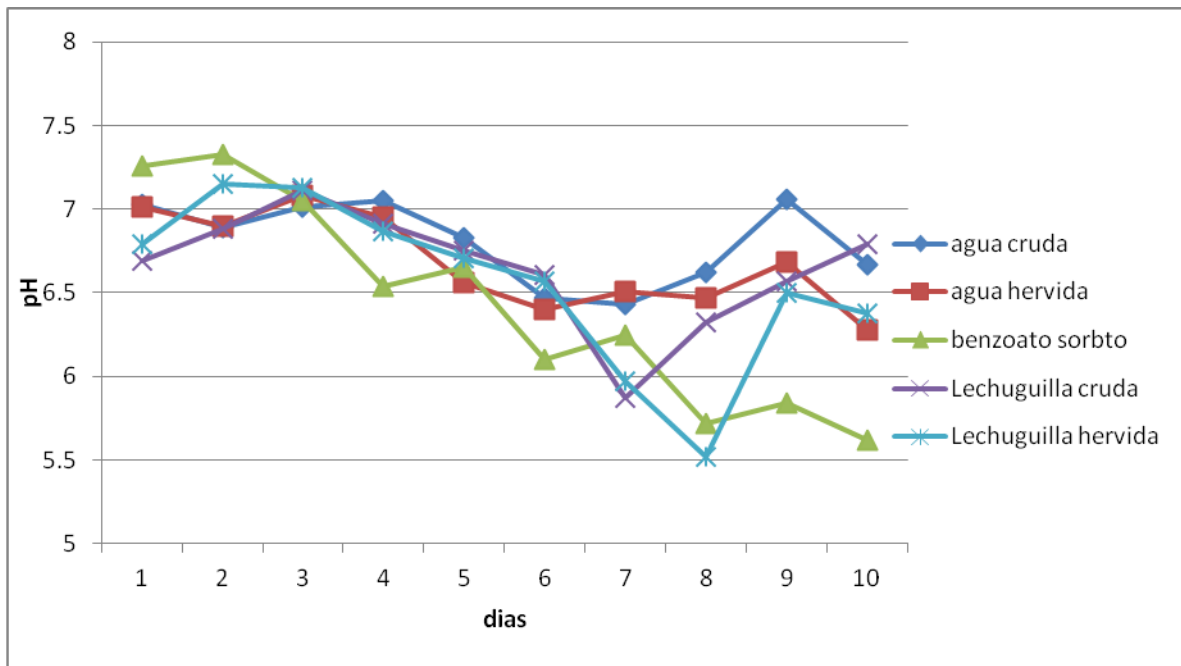


FIGURA.9 NIVELES DE PH PARA TESTIGOS Y TRATAMIENTOS.

5.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE PRESENCIA DE HONGOS EN FVH

En los cuadros 2 y 3 se muestran los resultados obtenidos a partir de la toma de muestras de las diferentes charolas cabe mencionar que las muestras se tomaron dos veces durante el experimento la primera se tomo el día 5 y la segunda el día 10 esto a través de in hisopo estéril. Los resultados muestran que en la primera toma de muestra no se encontró ningún tipo de microorganismo, posteriormente en la segunda toma de muestra ya hubo presencia de hongos y este fue del genero *Rhisophus* (fig. 10), producen estructuras como raíces llamadas rizoides, las hifas son anchas como rices de diámetro irregular y desprovistas de tabiques, forma estructuras como sacos llamadas esporangios dentro de los cuales se producen esporas esféricas amarillas o marrones llamadas esporangiosporas.

CUADRO. 2 RESULTADOS DE LA SIEMBRA DEL DÍA 5

Testigo/experimento	Positivo	Negativo
1.- agua cruda		X
2.- agua hervida		X
3.-agua con sorbato-benzoato		X
4.- lechuguilla cruda		X
5.- lechuguilla hervida		X

CUADRO. 3 RESULTADOS DE LA SIEMBRE DEL DÍA 10

Testigo/experimento	Positivo	Negativo
1.- agua cruda	X	
2.- agua hervida	X	
3.-agua con sorbato-benzoato	X	
4.- lechuguilla cruda	X	
5.- lechuguilla hervida	X	



FIGURA. 10 HONGO *Rhizopus spp*

5.3 ESTUDIO FÍSICO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

Este estudio se realizó después de la cosecha, se evaluaron distintos parámetros físicos del fvh esto para saber la calidad de este y determinar si realmente se tuvo un adecuado manejo del experimento y se observó que con el extracto hervido se notaron mejores resultados ya que el forraje se observó que presentaba mejor calidad (cuadro.4).

CUADRO. 4 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FIJOS DE FVH

TESTIGO/EXPERIMENTO	ALTURA	COLOR	OLOR	RAIZ
1.- agua cruda	20cm	Blanco	Herbal	Limpia
2.- agua hervida	20cm	Blanco	Herbal	Limpia
3.- sorbato- benzoato	8cm	café	agrio	Podrida
4.- lechuguilla crudo	20cm	blanco	agrio	viscosa
5.- lechuguilla hervida	20cm	blanco	herbal	Limpia

5.4 ANÁLISIS DE PALATABILIDAD

El cuadro 5 indica que durante esta prueba se ofreció la cantidad de 50 gramos de forraje fresco a conejos esto durante tres veces al día de cada una de las charolas del experimento por un tiempo de 5 minutos, pasado el tiempo se evaluó la cantidad de consumo de forraje en cada prueba y se obtuvieron los siguientes resultados.

CUADRO.5 RESULTADOS OBTENIDOS DESPUÉS DE PRUEBA DE PALATABILIDAD.

Testigo/experimento	Peso inicial	Aceptación	Peso final
1.- agua cruda	50 grs	Buena	13.5 grs
2.- agua hervida	50 grs	Buena	14 grs
3.- agua con sorbato benzoato	50 grs		
4.- lechuguilla cruda	50 grs	Buena	17grs
5.-lechuguilla hervida	50 grs	buena	19grs

VI. DISCUSIÓN

Durante el presente trabajo se llevaron a cabo diversas tomas de muestra, en primer lugar se tomaron muestras de pH del fvh esto para determinar si durante el experimento existían cambios de pH debido a diversos factores, se observó que durante los primeros 5 días del experimento el pH se mantuvo en niveles alcalinos ya que se sabe que el pH se mide en una escala de 0 a 14 siendo el número 7 como un nivel neutro. Ahora bien se observó que durante los primeros días los niveles se mantenían en un nivel mayor a 7 por eso es que se afirma que estaban en niveles alcalinos durante esta etapa la proliferación de hongos era nula por las condiciones del pH esto se apoyo con la prueba de laboratorio de microbiología.

Posteriormente durante el transcurso de los días el pH fue disminuyendo a niveles menores a 7 por lo tanto el pH se tornó un poco ácido, esto tuvo como consecuencia que se creara un ambiente ideal para la proliferación de hongos. Nuevamente al día 10 se tomo una muestra para determinar el crecimiento de hongos y efectivamente se descubrió que hubo crecimiento de hongos de tipo *fusarium* este tipo de hongo es muy común en la comarca lagunera, este tipo de hongo se presenta donde existe alta humedad, este pudo ser un factor importante para su crecimiento ya que el fvh estaba en constante humedad por sus numerosos riegos.

Otra muestra que se llevo acabo fue la de evaluar físicamente a el FVH esto se llevó acabo el día 10 donde se evaluó la calidad del forraje mediante distintos parámetros como talla, raíz, color, olor se observó que en las charolas con riego de agua cruda, hervida, extracto de lechuguilla hervido presentaba un color blanco, una talla de 20 cm., un olor herbal y una raíz limpia. Características aceptables y que realmente son las que se buscan para calificar a este tipo de forraje como un forraje de buena calidad. Cabe mencionar que no todas las charolas fueron excelentes ya que la charola con tratamiento químico sorbato de sodio y benzoato de potasio los resultados no fueron los esperados con una talla de 8 cm. Un color café, un olor agrio y una raíz podrida y por esta razón tuvo que ser desechada.

Por ultimo se llevó acabo la prueba de palatabilidad y esta consistió en ofrecer 50 gramos de forraje a un grupo de conejos por un tiempo de 5 minutos de 4 charolas del experimento, al término del tiempo se recogió la muestra restante, se peso, se obtuvieron resultados muy buenos ya que los conejos presentaron un 80% de consumo de este forraje dejando en claro que el usos de extracto de lechuguilla no afecta las condiciones de palatabilidad y que es aceptable para la nutrición de conejos.

VII. CONCLUSIÓN

Para que el forraje verde hidropónico sea una medida alternativa y rentable para la alimentación del ganado, requiere que durante el proceso de elaboración se tomen en cuenta muchos factores que pueden ocasionar que este tipo de forraje no sea lo que esperamos como por ejemplo el control del pH o el área donde se estuvo trabajando con los cultivos.

Por eso es muy importante mantener el pH del agua de riego en condiciones alcalinas para evitar que este sea un factor que ayude en el crecimiento de hongos como lo vimos en el experimento a partir del día 5 que el pH fue cambiando a ácido entonces pudimos observar crecimiento de hongos de tipo *Fusarium*. Cabe mencionar que el forraje que fue regado con el extracto de *agave lechuguilla* hervida mostró buenos resultados ya que en el estudio físico demostró que fue un cultivo con raíces más limpias y blancas era un forraje de buen aroma esto es factor importante para la producción de este tipo de forraje ya que es de mejor calidad y por lo tanto nos queda decir que el forraje regado con este extracto sí es eficaz en la inhibición de hongos tal vez no de *Rhizopus* que es el que se encontró en las pruebas de laboratorio pero sobre otros como de tipo *Aspergillus*, *Penicillium* o *Fusarium*.

En cuanto a la prueba de palatabilidad los resultados fueron favorables ya que hubo un buen consumo y que al final lo interesante es que el consumo no disminuye a pesar de ser regado con el extracto de lechuguilla.

VIII. LITERATURA CITADA

- 1.-Agrored, A. 2003 Horticultura, fruticultura, fertirrigación y cultivos hidropónicos disponible en: <http://www.agrored.com.mx/agrocultura/63-forraje.html> ♦ Altusar, F.H. 1
- 2.-Anónimo. 2001. Manual Técnico: Forraje verde hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Editorial. FAO. Santiago de Chile. 55 p.
- 3.-Cabrera Cano J.C., Alvarado-Espinosa J., Lina A., Aguilar-González C.N., Martínez-Hernández J.L. EFECTO DE EXTRACTOS ACUOSOS DE *Larrea tridentata*, A. Iechuguilla Y CÁSCARA DE NUEZ (*Carya illinoensis*) CONTRA MICROORGANISMOS FÚNGICOS
- 4.-Durán M, 2003. Forraje Verde Hidropónico. Proyectos y Sistemas.
- 5.-Hidalgo Miranda, L. R. 1985. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía. I. Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
- 6.-Lomelí Z. H. M. (2000). Forraje verde hidropónico. El forraje del futuro...Hoy. Agricultura. 63. 15-18.
- 7.-López, O.J.A. 1996. Recomendaciones en la elaboración de alimentos balanceados para su utilización en explotaciones intensivas de conejos para carne. Testis de licenciatura Universidad Autónoma Chapingo (UACH).
- 8.-Mooney, J.2005. Growing cattle- fed hydroponically. 2002 Scholarship Report. Australian Nuffield Farming scholars association. Australia. 30 p-.

9.-Nava Noriega, José Rubén, Nava Zavaleta, Juan, Córdova Izquierdo, Alejandro. Alimento balanceado-forraje verde hidropónico en la alimentación de conejos criollos (*oryctolagus cuniculus*)REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria [en línea] 2005, VI (Octubre-Sin mes) : [Fecha de consulta: 21 de febrero de 2014] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617978004>> ISSN

10.-NRC, 1979. Necesidades nutritivas de conejo, Hemisferio sur. Buenos aires Argentina.

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

12.-Pando M., Eufasio O., Jurado E., Estrada E. (2002). Post-harvest growth of lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr., Agavaceae) in northeastern México. *Econ. Bot.* 58(1):78-82.

13.-Resh, H.M. 2001. Cultivos hidropónicos. Mundi-Prensa.

14.-Revista ecag edición no. 32 2005 pág. 36

15.-Reyes, Agüero, Juan Antonio, Aguirre, Rivera, Juan Rogelio, Peña, Valdivia, Cecilia Beatriz. Biología y Aprovechamiento de *Agave Lechuguilla* Torrey *Boletín de la Sociedad Botánica de México* [en línea] 2000, (Sin mes): [Fecha de consulta: 21 de febrero de 2014] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57706705>> ISSN 0366-2128

16. - Rotar, P. 2004. *Hydroponic techniques sprout healthy, inexpensive fodder*. Disponible en:<http://www.isar.org/isar/archive/ST/hydroponics47.html>

17.-Salas Pérez L., Esparza Rivera J. R., Preciado Rangel P., Álvarez Reyna V., Meza Velázquez J., Velázquez Martínez J. y Murillo Ortiz M. 2012. Salas Pérez L., Esparza Rivera J. R., Preciado Rangel P., Álvarez Reyna V., Meza Velázquez J., Velázquez Martínez J. y Murillo Ortiz M. 2012. Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. Vol. 37 N° 3.

18. - Silva Montellano Arturo AND Luis E. Eguiarte GEOGRAPHIC PATTERNS IN THE REPRODUCTIVE ECOLOGY OF *AGAVE LECHUGUILLA* (AGAVACEAE) IN THE CHIHUAHUAN DESERT. I. FLORAL CHARACTERISTICS, VISITORS, AND FECUNDITY1 Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, Apartado postal 70-275, C.U., Universidad Nacional Autónoma de México, CP 04510, D.F., México American Journal of Botany 90(3): 377–387. 2003.

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