

27 201



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRITIVA  
DE FORRAJE HIDROPONICO DE CEBADA  
OBTENIDO EN CONDICIONES DE CAMPO  
EN EL POBLADO DE IXTLAHUACA DE  
CUAUHTEMOC MUNICIPIO DE TEMASCALAPA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
MARIA CLAUDIA GOMEZ CHAVEZ  
ASESOR: Q. B. LILIAN MORFIN LOYDEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

RESUMEN		I
I	INTRODUCCION	1
	1. Definición de hidroponia	2
	2. Historia de la hidroponia	2
	3. Importancia de la hidroponia	4
	4. Cereales para la producción de pasto hidropónico	6
	5. Condiciones para su crecimiento	7
	5.1 Temperatura	7
	5.2 Luz	8
	5.3 Agua	8
	5.4 Oxígeno	8
	5.5 Bióxido de carbono	9
	5.6 Nutrientes minerales	9
	6. Generalidades sobre la cebada	9
	7. Germinados	11
	8. Características de los germinados de cebada	12
	9. Importancia de la solución nutritiva en el método hidropónico	15
	10. Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos	16
II	OBJETIVOS	20

III	MATERIALES . . . . .	21
	1. Lugar donde se realizó el trabajo . . . . .	21
	1.1. Extensión territorial y	
	Límites. . . . .	21
	1.2. Clima . . . . .	21
	1.3. Comunicación. . . . .	22
	2. Semilla de cebada . . . . .	25
	3. Fertilizantes utilizados para la	
	preparación de la solución nutritiva. . . . .	25
	4. Materia prima para la preparación	
	de la solución desinfectante . . . . .	25
	5. Material para adaptar lo que fue	
	un gallinero . . . . .	25
	6. Material para hacer anaqueles . . . . .	26
	7. Material para sembrar . . . . .	26
	8. Material y equipo existente en	
	el laboratorio de Bromatología de la	
	F.E.S.C. . . . .	26
IV	MÉTODOS . . . . .	27
	1. Metodología para siembra . . . . .	27
	2. Adaptaciones para producir.	
	forraje hidropónico . . . . .	30
	2.1 Instalación . . . . .	30
	2.2 Anaqueles . . . . .	30

2.3	Charolas . . . . .	31
3.	Preparación del material y semilla . . . . .	31
4.	Preparación de las soluciones . . . . .	32
4.1	Solución nutritiva . . . . .	32
4.2	Solución desinfectante . . . . .	32
5.	Variables por medir . . . . .	32
5.1	Ambientales . . . . .	32
5.2	En el cultivo. . . . .	32
6.	Análisis químicos . . . . .	33
V	RESULTADOS Y DISCUSION. . . . .	34
VI	CONCLUSIONES. . . . .	49
VII	RECOMENDACIONES . . . . .	51
	BIBLIOGRAFIA . . . . .	52

## RESUMEN:

En los últimos años en nuestro país la inflación ha aumentado considerablemente, provocando que la producción de alimentos básicos se vea cada vez más afectada por el alza constante de precios en los insumos.

Dentro de los sistemas de producción pecuaria la alimentación resulta ser el punto de mayor importancia, pues se ha demostrado que llega a representar hasta el 75% de los costos totales.

El presente trabajo se realizó con el propósito de ofrecer una alternativa a las zonas áridas y semiáridas para la producción de forraje fresco, de un valor nutricional aceptable, durante todo el año, obtenido al menor costo posible bajo condiciones rústicas, con la utilización de poca cantidad de agua y fertilizantes.

Para dicho propósito se adaptó lo que fue un gallinero, se hicieron anaqueles con ángulo y solera; se utilizaron charolas de plástico forradas con polietileno, y se procedió a sembrar cebada, obteniéndose forraje a los 7, 9, y 11 días.

Se les aplicó el análisis químico proximal y FDN\* y los resultados se compararon con los datos obtenidos en bibliografía de forraje producido en módulos comerciales.

El forraje de 9 días fue el mejor de los tres grupos probados, aunque al comparar su composición química contra los datos bibliográficos obtenidos en módulos comerciales mostró tener menor porcentaje proteico. Pero en cuanto a costos, fue más barato producir el forraje bajo las condiciones y con el material de la zona. Por lo tanto es una opción para producir forraje en lugares donde hay poca agua y la población es de escasos recursos económicos.

\* FDN Fibra Cruda por detergente neutro.

## I INTRODUCCION:

En los últimos años en nuestro país la inflación ha aumentado considerablemente, provocando que la producción de alimentos básicos como es la carne, huevo, leche, etc., se vea cada vez más afectada por el alza constante de precios en los insumos (Chanona, 1983).

Dentro de los sistemas de producción pecuario, la alimentación resulta ser el punto de mayor importancia, por lo que se ha demostrado que llega a representar hasta el 75% de los costos totales (Gómez, 1985).

En gran parte del país sobre todo en las zonas áridas y semiáridas el problema de la alimentación se agrava por la falta de agua y las épocas de sequías tan largas, que impiden el desarrollo de las actividades agrícolas, y por lo tanto escasea el forraje verde. Sin embargo si se cuenta con un mínimo de agua, estas regiones pueden desarrollar cultivos hidropónicos, que son varias veces más productivos que las siembras normales. Estos tipos de cultivos ofrecen una alternativa para la producción de forraje verde durante todo el año y a un bajo costo en su producción (Chanona, 1983).

El presente trabajo pretende ofrecer una alternativa a los pequeños productores de alimentos de origen animal, utili

zando recursos con los que disponen. Se presenta un estudio hecho en condiciones de campo, se propone que con los recursos que cuentan, puedan producir germinado de cebada durante todo el año y con la utilización de pocas cantidades de agua.

### 1. Definición de hidroponia

El término deriva de dos palabras griegas:

"hydor" que significa agua y "ponos" trabajo, que combinadas significan "agua trabajando" y son una alusión al empleo de soluciones de agua y fertilizantes químicos para el cultivo de plantas sin tierra (San Miguel, 1982).

El cultivo hidropónico también es conocido con los siguientes nombres: cultivo en solución de nutrientes, cultivos sin tierra, cultivo en agua, cultivo en grava, nutricultivo y germinados. Es el cultivo de plantas con las raíces en un medio artificial en lugar de suelo (Butler, 1976).

En general se define a la hidroponia como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales, disueltos en agua y en el que, en vez de suelo, se utiliza como sustrato un material inerte o la misma solución.

### 2. Historia de la hidroponia

Los germinados inducidos se han utilizado en la

alimentación del hombre y posteriormente por distintas civilizaciones como la romana y la griega, que consumían el germinado de las semillas de linaza. El germinado era producido a nivel casero, y fue hasta la segunda guerra mundial, en la que por las exigencias de las circunstancias se empezaron a desarrollar nuevas técnicas para la producción de hortalizas y forraje en un espacio reducido (Chanona, 1983).

Uno de los primeros experimentos de cultivo en agua fue hecho por Woodward, en Inglaterra, en el año de 1699.

Este investigador se interesaba en comprobar si el agua o la parte sólida del suelo era responsable del crecimiento de las plantas.

A mediados del siglo XIX Sachs y Knop, los iniciadores de esta clase de estudios, desarrollaron un método para cultivar plantas sin tierra.

A fines de los años de 1920 y principios de la década de 1930, el Dr. Gericke empleó el término "hidropónica" para describir este método de cultivo de plantas (Butler, 1976).

Martín citado por San Miguel (1982), desarrolló un sistema completo en 1960, en el cual mantenía en forma óptima la temperatura, humedad, luz y soluciones periódicas de nutrientes, utilizando semillas provenientes de cereales de invierno. Por primera vez fué posible tener un control óptimo del

medio-ambiente, logrando con ésto que los brotes de cereales crecieran de 17.8 a 20.3 centímetros en un período de 7 días (San Miguel, 1982).

### 3. Importancia de la hidroponia

El sistema de cultivos hidropónicos es adecuado para los lugares donde hay escasez de suelos propios para la agricultura. El problema de la erosión de la tierra y la carencia de agua en algunas regiones de México, constituyen obstáculos que frenan e impiden el desarrollo de las actividades agrícolas, aunque sean de subsistencia, y sin embargo contando con un mínimo de agua, estas regiones podrían desarrollar cultivos hidropónicos que son varias veces más productivos que las siembras normales, este tipo de cultivos requiere de instalaciones que en gran parte pueden ser hechas por los mismos agricultores (Agrosíntesis, 1982).

Con la ayuda de este método no sólo se mejora la cosecha en cantidad, peso o calidad, sino también de forma importante, se ha comprobado que aumenta la productividad en el trabajo y son menores las exigencias en la manipulación del equipo a los agricultores, una vez que el sistema ha sido llevado a cabo, puesto que pueden automatizarse muchas de las manipulaciones (Butler, 1976).

Al contar con un clima favorable como en algunas zonas del Estado de México se pueden utilizar galerones que anteriormente sirvieron como planta avícola, chiqueros, etc. y que actualmente no se usen, o construir cobertizos rústicos con material disponible en la región, los módulos para obtener forraje hidropónico en forma continua se pueden hacer a un bajo costo.

También se requiere de armazones o anaqueles de varios niveles que pueden ser construidos de metal y pintarse con pintura anticorrosiva. Se necesitan charolas de fibra de vi drio, aunque pueden ser de lámina galvanizada pintada con pintura anticorrosiva, para evitar su oxidación, estas deben tener pequeñas perforaciones en el fondo para permitir drenar el exceso de agua (Agrosíntesis, 1982).

El propósito de la producción intensiva de pasto en hidroponía es obtener una cosecha continua durante todo el año de forraje fresco de alto valor nutritivo en el menor tiempo posible. Aunque existen muchos diseños diferentes, la técni ca básica consiste en charolas en las que se siembra cebada previamente desinfectada con base en hipoclorito de sodio, y posteriormente se les suministra una solución nutritiva por irrigación. Además, contando con un medio ambiente, con

temperatura y ventilación natural favorable, una persona puede producir dos toneladas diarias de germinado a un costo reducido (Sánchez, 1981).

#### 4. Cereales para la producción de pasto hidropónico

Para la producción de pastos hidropónicos se han utilizado principalmente los cereales de invierno como: trigo (Triticum aestivum); Avena (Avena sativa) y Cebada (Hordeum vulgare). Estos cereales presentan aproximadamente las mismas necesidades nutritivas y climáticas (San Miguel, 1982).

El trigo para su buen desarrollo requiere una temperatura entre 10°C y 25 °C, la humedad ambiental puede variar de seca a húmeda, con fotoperíodo largo (San Miguel, 1982).

La cebada presenta las siguientes necesidades de temperatura: Mínima de 3 ° y 4 °C; Óptima 20° y Máxima de 28°-30-°C, en cuanto a la humedad ambiental en condiciones naturales prospera bien en regiones secas y no en húmedas por favorecer la proliferación de fitopatógenos.

Las necesidades de la avena para su mejor desarrollo son una temperatura mínima de 4° a 8 °C, óptima de 25° a 31-°C y Máxima de 31° a 37 °C. En cuanto al fotoperíodo puede adaptarse a días largos y días cortos, con clima frío-seco o frío-húmedo (San Miguel, 1982).

En 1966 Hughes citado por San Miguel (1982), recomienda para la producción de forrajes, la utilización de cereales menores, para aprovechar éstos en sus primeras fases de crecimiento, ya que presentan un alto contenido de nutrientes -- (San Miguel, 1982).

## 5. Condiciones para su crecimiento

Los requisitos para el crecimiento de las plantas - en el suelo y en nutricultivo son los mismos. La única diferencia fundamental entre los dos métodos es la manera en - que los nutrientes inorgánicos necesarios son suministrados a las raíces (Butler, 1976).

### 5.1 Temperatura:

Existe una amplia gama de temperaturas óptimas para el crecimiento de las plantas. Por encima o por debajo de - éstas, las plantas no crecen bien. Las cosechas de temporada cálida generalmente se comportan bien entre los 24 y los 25.6 °C con temperatura matutina de 15 °C. Los cultivos de temporada fría se comportan bien entre los 10 y 21 °C con - temperatura nocturna de 10 °C. Las temperaturas para el mejor crecimiento deber ser sostenidas tanto como sea posible- (Butler, 1976).

## 5.2 Luz

La mayor parte de las plantas de cultivo, necesitan grandes cantidades de luz. Cuando se cultivan en el interior de casas, a veces requieren de luz artificial, adicional. - Si se cultivan por completo con luz artificial, la intensidad de ésta debe ser muy elevada sin que se produzca elevación de la temperatura por encima de la gama óptima (Butler, 1976).

## 5.3 Agua:

El agua debe encontrarse disponible en cantidades adecuadas tanto en el suelo como en los cultivos sin éste - para conseguir buen crecimiento. Muy poca agua o el exceso no producirá el crecimiento óptimo (Butler, 1976).

## 5.4 Oxígeno:

En el suelo no inundado debe existir la cantidad - adecuada de oxígeno. En los sistemas de cultivo hidropónico puede que no haya suficiente oxígeno en el medio nutritivo.

Para proveer de suficiente oxígeno, a menudo es necesario burbujear aire a través de la solución que rodea a las raíces (Butler, 1976).

### 5.5 Bióxido de carbono:

El bióxido de carbono es absorbido por la superficie de las hojas y suministra carbono y oxígeno. Estos elementos son necesarios junto con el hidrógeno, para la fabricación de hidratos de carbono (Butler, 1976).

### 5.6 Nutrientes minerales:

Las plantas requieren absorber ciertos minerales - a través de las raíces para su funcionamiento. Los minerales que se necesitan en cantidades relativamente elevadas - son: Nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio y azufre.

Aquellos requeridos en pequeñas cantidades son el hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, selenio, cobalto, silicio. El cloro son también útiles para las plantas, pero las cantidades que se requieren son tan pequeñas, que generalmente - son abastecidas en el agua, o como impurezas junto con los - otros nutrientes minerales (Butler, 1976).

### 6. Generalidades de la cebada.

Para su cultivo requiere de tierras arcilloarenosas que son las más adecuadas, sobre todo las medio compactas, - tendiendo a ligeras, Los abonos potásicos mejoran la producción.

La cosecha se adapta especialmente a aquellas regiones

de verano fresco donde el suelo no es demasiado arenoso, pero está bien drenado. Vegeta especialmente en las regiones de lluvias relativamente escasa y de estación vegetativa corta. En los países fríos se siembra en primavera; en los demás, en otoño y así da un buen forraje de primavera, apetecido por toda clase de animales (equinos, vacas, becerros) --- (Flores, 1975).

La cebada es una especie de poco cultivo en México y su importancia se da por su uso en la alimentación de ganado y por la demanda en la industria de la cerveza. De un 20 a 25% de la producción se emplea como fuente maltera, para la elaboración de alcohol, whisky, cerveza y bebidas similares -- (Flores, 1975).

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Género	Hordeum
Especie	vulgare

El género *Hordeum* comprende cerca de 25 especies y se encuentran tanto especies diploides como tetraploides (Robles, 1981).

#### 7. Germinados

El germinado de gramíneas puede ser una opción para los pequeños productores de ganado especialmente los de las zonas marginadas para que puedan abastecer durante todo el año de forraje verde y fresco. Su utilización puede reemplazar a los forrajes, específicamente a la alfalfa en la época de escasez de esta leguminosa.

La germinación es el desarrollo de la raíz y de las regiones correspondientes a los brotes del embrión a expensas de las reservas alimenticias contenidas en el endospermo.

En otras palabras, es el conjunto de transformaciones - por medio de las cuales una planta en reposo en el interior de la semilla, se convierte en otra con vida activa.

Para que la semilla germine y origine una nueva planta son necesarias diversas condiciones que pueden agruparse en dos clases:

1.- Condiciones internas:

-Madurez

-Viva

-Permeable

-Bien constituida

2.- Condiciones externas:

-Agua

-Oxígeno

-Temperatura

-Luz

(Pierre, 1970).

8. Características de los Germinados de Cebada:

Los germinados por su crecimiento activo son plantas tiernas que poseen menos fibra y menos lignina por unidad de materia seca, que en fases posteriores a su crecimiento; son por lo tanto más digestibles que las plantas maduras (Gonzales, 1984).

Al comparar el análisis químico proximal del germinado de cebada contra otros alimentos se puede apreciar que es un alimento aceptable ya que tiene un buen porcentaje en proteína, grasa, fibra y extracto libre de nitrógeno. Como lo podemos apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Análisis del germinado de cebada comparado con otros alimentos en base seca.

Contenido	Germinado de Cebada	Forraje de Alfalfa	Forraje de Trébol	Ensilado de Maíz	Avena en Grano
Proteína C.	18.31	16.3	16.9	8.4	13.2
E.E.	4.24	2.5	2.8	2.7	5.1
Fibra C.	17.17	28.4	32.2	26.3	12.4
E.L.N.	53.34	43.8	39.2	56.4	65.7

Chanona, 1983.

Los germinados se pueden producir durante todo el año - en el sitio de consumo, con el consiguiente ahorro de la de la transportación no siendo necesario ni el almacenamiento - ni el ensilaje ya que la hierba fresca se produce diariamente.

Las unidades de cultivo de germinados producen forraje a casi la mitad del costo de la producción que se obtiene de estos alimentos en forma convencional (González, 1984).

El costo del forraje por kilo es barato como se puede - apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Costo del forraje obtenido en un módulo comercial en el año de 1981 traspolado al año de 1989.

Producto	1981		Factor*		1989
Mano de obra (2 hr)	56.00	x	88.6907	=	4967.00
Corriente eléctrica	10.00	x	88.6907	=	887.00
Nutriente (.100 Kg)	10.00	x	88.6907	=	887.00
Cloro (.30 Kg)	3.00	x	88.6907	=	266.00
Semilla ( 80 Kg)	800.00	x	88.6907	=	70952.00
Producto terminado	\$ 1.37	x	88.6907	=	\$ 121.50

Agrosíntesis, (1981).

Con éstos costos se producen 640 Kg de forraje por lo - que el Kg de forraje sale en 121 peso con 50 centavos.

Nota: el factor se determinó de la siguiente forma:

Dividiendo el Índice Nal. de precios al consumidor (marzo de 1989).

Entre el Índice Nacional de precios al consumidor (fecha de erogación 1981).

$$\text{Factor} = \frac{16948.8}{191.1} = 88.6907$$

9. Importancia de la solución nutritiva en el método hidropónico.

Un punto decisivo para el éxito en el cultivo hidropónico es la composición de las soluciones nutritivas.

Su importancia radica en que la planta debe encontrar - las mismas condiciones ambientales que le ofrece la naturaleza. Toda planta constituye por sí misma un laboratorio - químico-biológico. En el estado natural mediante un proceso de ósmosis sus raíces obtienen de la tierra agua y sustancias alimenticias. Las raíces segregan ácidos que ayudan a la disolución de los minerales existentes en la tierra (Penningsfeld, 1987).

El tallo y las ramas actúan como un sistema interior de transporte de los líquidos y contienen aquellas sales absorbidas por las raíces.

El xilema o parte maderosa de los tallos, facilita el - ascenso de las materias alimenticias que provienen de las -- raíces, mientras que el floema transporta sustancias químicas obtenidas de aire ambiente y que la planta envía desde las - hojas hacia las restantes partes de la planta.

Por eso es la importancia esencial de la solución nutritiva artificial, que es el fundamento de los sistemas hi-

dropónicos.

El total del ciclo evolutivo de una planta (germinación, desarrollo, floración y fructificación) exige de la naturaleza únicamente 16 elementos simples los cuales son: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, S, Zn, Cl, y Si. Casi todos ellos se encuentran en estado de sales minerales compuestas (Huterwal, 1977).

Es decisivo que para obtener éxito en los cultivos hidropónicos, para el buen crecimiento de las plantas las soluciones nutritivas deben contener todos los elementos necesarios, en las debidas condiciones y en las dosis convenientes, los elementos nutritivos deben realizar el trabajo que efectúan en el suelo los microorganismos y los coloides. Por lo mismo, se debe dar gran importancia a la preparación y manejo de las soluciones nutritivas (Baca, 1983).

#### 10. Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos.

Existen datos en otros países, que indican que bajo ciertas condiciones y para ciertas plantas, un sistema de cultivo en hidroponia es mucho más redituable que uno en suelo. Ensayos hechos en el Colorado A and M. College fort Collins USA, mencionados por Sánchez (1981), muestran que los

gastos hechos en hidroponia (construcción y operación), fueron 28% menores que los cultivos en suelo. Al hacer esta -- comparación se tiene que tomar en cuenta que si bien es alto el costo de construcción de la unidad hidropónica, debe confrontarse con lo que costaría abrir al cultivo un área similar de tierra virgen; por otro lado se debe tomar en cuenta la maquinaria agrícola utilizada en el cultivo en el suelo; - por último, una vez que la instalación hidropónica se pone en marcha, los costos de operación son generalmente más bajos - que en la tierra.

Ventajas:

- Balance ideal de aire, agua y nutrientes
- Humedad uniforme
- Excelente drenaje
- Permite mayor densidad de población
- Se puede corregir la deficiencia o exceso de nutrimento fácil y rápidamente.
- Control de Ph.
- No se depende tanto de los fenómenos meteorológicos
- Mayor rendimiento por unidad de superficie.
- Mayor calidad del producto
- Mayor precocidad en los cultivos
- Posibilidad de cultivar repetidamente la misma especie de planta.

- Se pueden producir varias cosechas al año.
- Uniformidad de cultivos.
- Se requiere mucho menor cantidad de espacio para producir el mismo rendimiento que en la tierra.
- Gran ahorro en el consumo de agua.
- Reducción en el costo de producción.
- Posibilidad de una automatización casi completa
- Proporciona excelentes condiciones para semillero.
- Se puede utilizar agua con alto contenido de sales.
- Mayor limpieza e higiene.
- Posibilidad de utilizar sustancias como vitaminas, y minerales para enriquecer los productos alimenticios.
- Posibilidad de utilizar mano de obra no calificada.
- Se reduce en gran medida la contaminación del medio ambiente y los riesgos de erosión.
- Casi no hay gastos de maquinaria agrícola.
- La inversión es recuperada rápidamente

(Sánchez, 1981).

#### Desventajas:

- Requiere para su manejo a nivel comercial de conocimientos técnicos, combinados con la comprensión de los principios de fisiología vegetal y de química

inorgánica.

- A nivel comercial el gasto inicial es relativamente alto.
- Se requiere cuidado en los detalles; como mezclar adecuadamente la solución nutritiva, no usar tubería galvanizada, ya que provoca toxicidad por zinc.
- Se necesita conocer y manejar la especie que se cultiva en el sistema.
- Se requiere de un abastecimiento continuo de agua.
- El costo de un módulo comercial es alto aunque se puede cubrir en un lapso de 18 a 24 meses (Sánchez, 1981).

## II OBJETIVOS:

- 1.- Producir forraje hidropónico de cebada y evaluar el obtenido en condiciones adaptadas al campo.
- 2.- Evaluar su composición química por el análisis químico proximal y Fibra por Detergente Neutro a los 7, 9 y 11 días de crecimiento.
- 3.- Comparar el análisis químico proximal de un módulo comercial contra los resultados obtenidos en condiciones adaptadas al campo.
- 4.- Determinar la viabilidad económica de la producción de forraje hidropónico bajo las dos condiciones ya mencionadas.

### III MATERIALES:

#### 1. Lugar donde se realizó el trabajo:

El terreno donde se realizó el trabajo pertenece al poblado de Ixtlahuaca de Cuauhtémoc; perteneciente al municipio de Temascalapa, que se ubica en el extremo Nororiental - del Estado de México, colindando con el estado de Hidalgo.

##### 1.1 Extensión territorial y límites:

Según datos proporcionados por el departamento de Estadística y Estudios Económicos de la Dirección de Promociones del Gobierno del Estado de México, Temascalapa posee una extensión de 240.03 Km<sup>2</sup> y sus límites son: por el norte con el Estado de Hidalgo, al sur con los municipios de Teotihuacan y San Martín de las Pirámides, por el este con el municipio de Axapusco, al oeste con el estado de Hidalgo y municipio de Tecamac (mapa anexo 1).

##### 1.2 Clima:

De acuerdo con los datos de la estación Meteorológica de Maquixco, operada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, el clima preponderante en la región puede clasificarse como; Bf'K (W) (i')g; esto es templado semiseco con lluvias en verano, con regímenes de lluvias en -

los meses de agosto y septiembre, los meses más calurosos se presentan en mayo, junio y julio. La dirección de los vientos es de norte a sur (Gobierno del Estado de México, 1974).

Además de los aspectos climatológicos se presentan las siguientes características: Anexo 2

- Temperatura media	15 °C
- Temperatura máxima	35 °C
- Temperatura mínima extrema	6 °C
- Lluvia total	683.3 mm
- Mes de la primera helada	Octubre
- Mes de la última helada	Marzo

### 1.3 Comunicación:

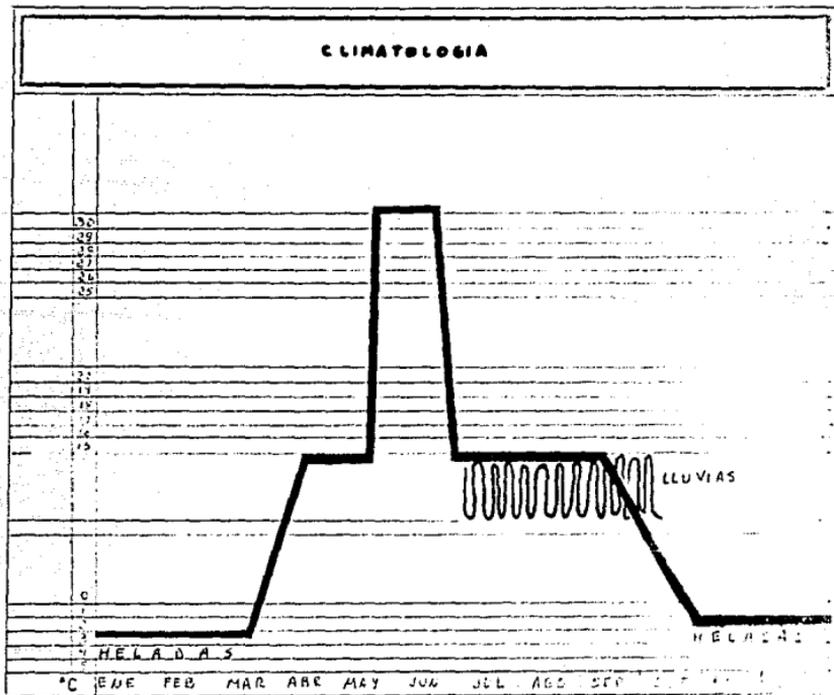
La cabecera municipal de Temascalapa, cuenta con la mayoría de los caminos pavimentados, puede captarse la señal de la totalidad de los canales de televisión y todas las radiodifusoras del Distrito Federal.

Cuenta con teléfono local y de larga distancia, telégrafos, correo, etc. Existe una estación de ferrocarril en Temascalapa, llamada Presa del Rey, que corresponde a la vía México-Pachuca.

El poblado de Ixtlahuaca de Cuauhtémoc, cuenta con electricidad, y agua potable (Gobierno del Estado de México),---



Anexo 2



2. Semilla de cebada;

En el presente trabajo se utilizó la cebada porque es uno de los cereales que más se cultivan en la región de Ixtlahuasca de Cuauhtémoc, ya que son tierras de temporal en la cual el período de lluvias es muy corto e irregular.

Antes de iniciar el trabajo experimental se obtuvo el porcentaje de germinación, el cual fue 80%. La cebada que se utilizó fue variedad Impulsora, la cual se había sembrado en la última cosecha.

Se utilizaron 70 Kg de semilla de cebada sin tratar, nueva y del año.

3. Fertilizantes utilizados para la preparación de la solución nutritiva:

- Urea	140 g
- Fosfato diamónico	140 g
- Cloruro de sodio	140 g

4. Materia prima para la preparación de la solución desinfectante.

- Ca(OH) <sub>2</sub>	1.350 Kg
-----------------------	----------

5. Material para adaptar lo que fue un gallinero:

- Lámina transparente de 2.40 x 0.75 m.
- Cartón para forrar.

- Fichas y clavos.
  - Plásticos de 1.70 x 7 mt.
  - Material para luz: 20 m de alambre TW14, chalupa, una unidad quinzifio de apagador, dos focos de 100 watts, dos zóquetes, grapas para cable de luz.
6. Material para hacer anaqueles:
- Angulo de 1/8 77.7 Kg
  - Seguetas
  - Brocas para taladro
  - Tornillos de 5/16 x 34 mm
  - Pintura anticorrosiva blanca
  - Brocha
  - Thinner.
7. Material para sembrar:
- Báscula
  - Cernidor
  - Coladera
  - Tina para remojo
  - Charolas de plástico
  - Plástico para forrar charolas
8. Material y equipo existente en el laboratorio de Bromatología de la F.E.S.C., para realizar los análisis químico proximal y Fibra Cruda por Detergente Neutro.

#### IV METODOS:

1. El método utilizado para sembrar el forraje hidropónico es el que utiliza la Gerencia de Campo de Fertilizantes de México, que es el siguiente:

- a) La semilla se limpia, se eliminan las semillas extrañas, paja y basurilla con un cernidor.
- b) La semilla se lava. Se elimina la semilla vana y residuos de paja con una coladera. Se puso agua limpia.
- c) Se adiciona el desinfectante (en éste caso hidróxido de calcio) a razón de 20 g/Kg de semilla.
- d) Se dejó remojando por 24 horas sin que la semilla sobrenade.
- e) La semilla remojada se coloca en charolas de las siguientes medidas 67.5 x 51.5 las cuales tienen una capacidad de 2.250 Kg de semilla, al poner la semilla en la charola se deja a una altura de 2.5 cm, después con una botella plana o un rodillo se apisona la semilla para distribuirla uniformemente y que no quede espacio entre semillas.
- f) Se sembraron 30 charolas, las cuales se dividieron en 3 grupos cada uno con 5 charolas con sus respecti-

vos testigos. Se colocaron en los anaqueles en forma al azar para que fuera una distribución uniforme, de tal manera que la variabilidad entre unidades experimentales fuera mínima.

Cada unidad experimental se unió con su respectivo testigo para que quedaran en las mismas condiciones ambientales como luz, aire, riego, temperatura, etc.

- g) Las 30 charolas fueron regadas los 3 primeros días con una solución desinfectante, por la mañana, mediodía y tarde.
- h) Los siguientes días se regaron con una solución nutritiva de la siguiente manera:
- El forraje obtenido a los 7 días se regaron sólo las 5 charolas experimentales, los siguientes 4 días con solución nutritiva y sus 5 testigos con agua simple, por la mañana, mediodía y tarde.
  - El forraje de 9 días se regó con solución nutritiva los siguientes 6 días sólo 5 unidades experimentales y las otras 5 testigo con agua simple, durante 3 veces al día.
  - El forraje de 11 días, las 5 unidades experimentales se regaron con solución nutritiva durante los sigui-

entes 8 días, mientras que las testigo sólo se regaron con agua simple, por la mañana, mediodía y tarde.

- i) Al término de los 7, 9 y 11 días se registro peso y tamaño del forraje.

## 2. Adaptaciones hechas para producir forraje hidropónico:

### 2.1. Sala de Hidroponia

Se adaptó la sala de hidroponia a lo que había sido un gallinero: al techo se le cambiaron 6 láminas de metal que tenía por 6 láminas transparentes: por debajo de éste se hicieron 6 rendijas para permitir la circulación del aire.

Las paredes se forraron por dentro con cartones clavados en tiras de madera y por fuera se forro con plástico.

Se encalaron tanto cartones como paredes para desinfectar el lugar. Se colocó la instalación de luz, en el centro de la sala se colocaron 2 focos de 100 watts para permitir mayor uniformidad de la luz. Las dimensiones de la sala fueron de 4 m de largo por 3 m de ancho.

### 2.2 Anaqueles:

Después, se prosiguió a fabricar los anaqueles para colocar las charolas, los cuales se hicieron con ángulo y solera unidos por tornillos, quedando de las siguientes dimensiones: 1.75 m de largo por .68 m de ancho y 1.80 m de alto, con 5 niveles con una separación de 0.35 m entre cada nivel y con una capacidad de 3 charolas por nivel. Las dos estructuras se pintaron con pintura anticorrosiva para evi -

tar su oxidación.

### 2.3 Charolas:

Posteriormente se arreglaron las charolas de plástico conseguidas en los camiones repartidores de pan, las que presentan unas perforaciones muy grandes por lo que se tuvieron que forrar con plástico y posteriormente se les hicieron unas pequeñas perforaciones, para drenar el exceso de agua.

Las dimensiones de las charolas son de 67.5 cm de largo por 51.5 cm de ancho y 4 cm de profundidad.

### 3. Preparación del material y la semilla:

Al inicio del experimento tanto anaqueles como charolas y plásticos se desinfectaron con solución desinfectante la cual se preparó a razón de 1 g de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  disuélto en un litro de agua, utilizándose 30 litros de la solución.

Se utilizaron 70 Kg de semilla de cebada, la cual se limpió, lavó y se puso a remojar en una tina grande con el desinfectante a razón de 20 g de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  por kilogramo de semilla. Se dejó remojando por 24 horas y después se prosiguió a hacer lo que se mencionó en el punto 1 de la metodología.

#### 4. Preparación de las soluciones:

##### 4.1 Solución Nutritiva:

Para obtener una solución nutritiva más uniforme se mezcló por separado cada sal en la siguiente proporción: .25 g de Urea más .25 g de Fosfato diamónico, más .25 g de Cloruro de sodio por litro de agua.

Esta solución se preparó en un bote de plástico con capacidad de 100 litros.

##### 4.2 Solución desinfectante:

Esta se preparó a razón de .25 g de  $\text{Ca(OH)}_2$  por litro de agua en un bote de plástico con capacidad de 100 litros.

#### 5. Variables por medir:

##### 5.1 Ambientales

Se tomó la temperatura durante tres veces al día.

##### 5.2 En el cultivo:

Se midió el tamaño alcanzado por las plántulas en centímetros al término del forraje de 7, 9 y 11 días. También se registró el peso alcanzado por las charolas a los 7, 9 y 11 días.

6. Análisis Químicos:

Las muestras del forraje de 7, 9 y 11 días fueron analizadas en el Laboratorio de Bromatología de la F.E.S.C. donde se aplicó el análisis químico proximal (AOAC, 1975); - se relizaron las siguientes determinaciones:

- a) Humedad parcial
- b) Humedad total
- c) Cenizas
- d) Extracto Etéreo
- e) Fibra (método detergente neutro) según Van Soest
- f) Proteína Cruda
- g) Extracto Libre de Nitrógeno.

## V RESULTADOS Y DISCUSION:

En la tabla uno donde se registraban las temperaturas - tomadas durante el experimento se puede analizar que la temperatura matutina y nocturna es aceptable para la temporada fría ya que la literatura revisada nos menciona que la temperatura matutina en temporada fría es de 10 a 21 °C, y una temperatura nocturna de 10 °C. Y la temperatura promedio matutina de los 11 días fue de 9.26 °C y una temperatura nocturna de 16.45 °C.

Al analizar el Cuadro 3 en donde se reporta el crecimiento alcanzado por las plántulas, se puede apreciar que en los tres casos los grupos experimentales crecieron más que sus respectivos grupos control.

Al comparar el crecimiento de los grupos experimentales se encuentra que en promedio:

- a) El germinado de 9 días creció 1.9 cm más que el de 7 días.
- b) Y que el germinado de 11 días creció .8 cm más en promedio que el grupo de 7 días, observando que si hay diferencia estadística en éstos grupos.

Al analizar el Cuadro 4 donde se registraron los pesos del forraje a los 7, 9 y 11 días se puede apreciar lo sigui-

ente:

a) Los grupos experimentales en los 3 grupos alcanzaron mayor peso que los grupos control. Observándose que en el germinado de 7 días la diferencia de peso entre grupos experimentales y control fue de tan sólo .58 Kg, en cambio para el de 9 días fue de 1 Kg, y para el grupo de 11 días fue de 1.28 Kg.

Esto nos muestra que conforme aumentaron los días de germinación aumentaron más los grupos experimentales que los grupos control.

b) También se puede apreciar lo siguiente: Entre grupos experimentales, el germinado de 9 días pesó 2.38 Kg más que el de 7 días. Y el forraje de 11 días tan sólo pesó .5 Kg más que el de 9 días. Por último el forraje de 11 días pesó 2.88 Kg más que el de 7 días.

Al observar estos resultados se deduce que conforme aumentan los días de germinación aumenta también el peso, y la diferencia de pesos entre 7 y 9 días fue mayor que la que se dió entre 9 y 11 días.

Al analizar los cuadros 5, 6, 7, 8, 9 y 10 que son los análisis químico proximal se puede valorar que los grupos experimentales se comportaron mejor que los grupos control.

Si se comparan los cuadros 6, 8 y 10 que son los análisis

sis de los grupos experimentales se puede deducir que el mejor de los tres es el del cuadro 8, que es el forraje obtenido a los 9 días, ya que en el forraje de 7 días el contenido de proteína es menor. Y el germinado de 11 días aunque se dejó dos días más no aumentó su porcentaje de proteína.

Se comparó el cuadro 8 que es del forraje de 9 días contra el cuadro 1 que es el de 7 días obtenido en un módulo comercial, observándose que es mejor el de 7 días en cuanto a su composición química proximal. Pero también el forraje de 9 días es mejor que el silo de maíz y la avena en grano.

Y en cuanto a costos que es uno de los puntos más importantes del trabajo al comparar el cuadro 2 con los siguientes resultados se puede ver claramente que es mucho más barato producir bajo condiciones rústicas que en un módulo comercial, aunque el forraje se obtenga a los 9 días. Ya que producir forraje de 7 días en un módulo comercial cuesta --- \$121.50, en cambio producir en forma rústica cuesta sólo --- \$50.91; esto representa un ciento punto treinta y ocho por ciento menos.

Costos

1 Costos Fijos:

Material para la adaptación del gallinero:

Lámina transparente	(6 pzas)	136,800
Plástico	(7 m. )	17,500
Clavos	(0.250g)	2,500
Alambre TW 14	( 20 m )	28,000
Chalupa	( 1 pza)	1,000
Apagador	( 1 pza)	2,000
Focos	(2 pzas)	1,600
Zoquetes	(2 pzas)	2,000
Grapas para luz	(1 caja)	600
Termómetro ambiental	( 1 pza)	6,000

Material para los anaqueles:

Angulo de 1/8	( 77.7 Kg )	101,000
Seguetas	( 3 pzas )	4,500
Brocas	( 2 pzas )	8,000
Thinner	( 2 lt )	2,400
Tornillos	(200 pzas )	34,000
Pintura anticorrosiva	( 1 lt )	9,000
Brocha	( 1 pza )	3,500

Total de costos de adaptación 360,400

Charolas de plástico ( 60 pzas ) 60,000

2 Costos directos:

Mano de obra ( 4 h ) 4,320

Corriente eléctrica 800

Urea (140 g ) 42.7

DAP (140 g ) 81.9

NaCl (140 g ) 39.2

Calhidra (1820 g) 218.4

Semilla de cebada ( 70 Kg) 15,750

Total de Costos directos 21,252.2

3 Depreciación:

Se calculó de la siguiente forma: dividiendo el costo de la construcción y el equipo entre la vida estimada de servicio.

Costos de adaptación . 360,400 = = 36,040

Vida probable 10 años

Costo de charolas 60,000 = = 12,000

Vida probable 5 años

Total 48,040

Dividiendo el total entre 365 días se Obtiene la de --  
preciación diaria:

$$\frac{48,040}{365} = 131.61$$

4 Costos totales:

Costos obtenidos en una forma rústica para el  
año de 1989.

Producto		
Mano de obra	( 4 hr. )	4320.00
Corriente eléctrica		800.00
Nutrientes	(.420 Kg)	163.80
Calhidra	(1.82 Kg)	218.40
Semilla	( 70 Kg )	15750.00
Depreciación		131.61
Producto terminado	(420 Kg)	21383.81

Con éstos costos se producen 420 Kg de forraje  
por lo tanto el Kg del producto sale en:

50 pesos con 91 centavos.

Tabla 1 Temperaturas registradas durante los tres riegos.

---

Miercoles 25 de noviembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.0 A.M.	9
2	2.0 P:M.	24
3	8.0 P.M.	18

Jueves 26 de noviembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.2 A.M.	9.1
2	2.0 P.M.	22
3	8.0 P.M.	17

Viernes 27 de noviembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.0 A.M.	8.8
2	2.5 P.M.	20
3	7.55P.M.	16

Sábado 28 de noviembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.0 A.M.	10
2	2.5 P:M.	21
3	8.2 P.M.	17

Domingo 29 de noviembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.5 A.M.	10
2	2.10P.M.	19
3	8.6 P.M.	16

Lunes 30 de noviembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.2 A.M.	12
2	2.5 P.M.	22
3	8.5 P.M.	17

Martes 1 de diciembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	7.55 A.M.	10
2	2.0 P.M.	20
3	8.0 P.M.	16

Miércoles 2 de diciembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.0 A.M.	9
2	13.55 P.M.	23
3	8.2 P.M.	16

Jueves 3 de diciembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.10 A.M.	9
2	2.15 P.M.	23
3	8.2 P.M.	16

Viernes 4 de diciembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	7.55 A.M.	8
2	2.4 P.M.	23
3	8.7 P.M.	16

Sábado 5 de diciembre

Riego	Hora	Temperatura en °C
1	8.0 A.M.	7
2	2.6 P.M.	21
3	7.56P.M.	16

Cuadro 3.

Altura alcanzada por las plántulas de cebada de 7, 9 y 11 días.

Repetición	Cebada de 7 días		Cebada de 9 días		Cebada de 11 días	
	Gpo. Cont. (cm)	Gpo. Exp. (cm)	Gpo. Cont. (cm)	Gpo. Exp. (cm)	Gpo. Cont. (cm)	Gpo. Exp. (cm)
1	3 - 6	4 - 7	3 - 8	4 - 11	5 - 11	6 - 12
2	2 - 5	4 - 7	4 - 9	4 - 10	5 - 11	7 - 14
3	2 - 5	3 - 6	4 - 8	4 - 10	6 - 11	7 - 14
4	2 - 4	3 - 6	4 - 8	4 - 9	6 - 11	7 - 13
5	2 - 4	3 - 7	3 - 7	4 - 9	4 - 10	6 - 12
Promedio	3.5	5	5.8	6.9	8	9.8

Cuadro 4

Peso del forraje a los 7, 9 y 11 días.

Repetición	Cebada de 7 días		Cebada de 9 días		Cebada de 11 días	
	Gpo. Cont. (Kg)	Gpo. Exp. (Kg)	Gpo. Cont. (Kg)	Gpo Exp. (Kg)	Gpo. Cont. (Kg)	Gpo. Exp. (Kg)
1	11.5	12.0	13.6	14.0	13.0	15.5
2	11.0	11.5	12.6	14.0	12.5	14.0
3	10.8	11.5	13.7	13.9	13.5	14.5
4	10.8	11.0	12.5	14.0	14.0	14.5
5	10.0	11.0	11.5	13.0	12.0	12.9
Promedio	10.82	11.4	12.78	13.78	13.0	14.28

Gómez, 1989.

Cuadro 5

Análisis Químico Proximal de Germinado de Cebada de  
7 días del Gpo. Control.

Base/Fracción	Base Húmeda %	Base Seca %	Tal como Recolectado %
Materia seca	96.42	100	21.10
Humedad	3.58	0	78.2
Prot. Cruda (Nx6.25)	12.88	13.2	2.91
Extracto Etéreo	6.8	6.8	1.53
E.L.N. *	20.25	23.37	8.46
Fibra Cruda **	52.59	52.59	11.89
Cenizas	3.90	4.04	0.88

\* Extracto Libre de Nitrógeno

\*\*Por Detergente Neutro (Van Soest).

Gómez. 1989.

Cuadro 6

Análisis Químico Proximal de Germinado de Cebada de  
7 días del Gpo. Experimental

Base/Fracción	Base Húmeda %	Base Seca %	Tal como Recolectado %
Materia seca	96.33	100	21.10
Humedad	3.66	0	78.9
Prot. Cruda (Nx6.25)	13.58	14.09	2.97
Extracto Etéreo	7.36	7.36	1.61
Fibra Cruda **	47.71	49.5	10.45
E.L.N. *	22.69	23.85	4.96
Cenizas	5.07	5.2	1.09

\* Extracto Libre de Nitrógeno.

\*\* Por Detergente Neutro (Van Soest).

Gómez, 1989.

Cuadro 7

Análisis Químico Proximal de Germinado de Cebada de  
9 días del Gpo. Control.

Base/Fracción	Base Húmeda %	Base Seca %	Tal como Recolectado %
Materia seca	96.54	100	15.48
Humedad	3.46	0	84.52
Prot. Cruda (Nx6.25)	13.61	14.09	2.1
Extracto Etéreo	5.34	5.34	0.85
Fibra Cruda **	57.8	57.8	9.26
E.L.N. *	15.13	17.95	2.52
Cenizas	4.66	4.82	0.74

\* Extracto Libre de Nitrógeno.

\*\* Por Detergente Neutro (Van Soest).

Gómez, 1989.

Cuadro 8

Análisis Químico Proximal de Germinado de Cebada de  
9 días del Gpo. Experimental.

Base/Fracción	Base Húmeda %	Base Seca %	Tal como Recolectado %
Materia seca	96.57	100	15.01
Humedad	3.43	0	84.99
Prot. Cruda (Nx6.25)	14.75	15.22	2.29
Extracto Etéreo	8.5	8.5	1.32
Fibra Cruda **	65.6	65.6	10.19
E.L.N. *	2.89	5.68	0.46
Cenizas	4.83	5.0	0.75

\* Extracto Libre de Nitrógeno

\*\* Por Detergente Neutro (Van Soest).

Gómez, 1989.

Cuadro 9

Análisis Químico Proximal de Germinado de Cebada de  
11 días del Gpo. Control.

Base/Fracción	Base Húmeda %	Base Seca %	Tal como Recolectado %
Materia seca	95.5	100	14.95
Humedad	4.5	0	85.05
Prot. Cruda (Nx6.25)	13.9	14.6	2.17
Extracto Etéreo	6.22	6.22	0.97
Fibra Cruda **	46.93	46.93	7.0
E.L.N. *	23.12	27.45	5.08
Cenizas	4.63	4.8	0.72

\* Extracto Libre de Nitrógeno.

\*\* Por Detergente Neutro (Van Soest).

Gómez, 1989.

Cuadro 10

Análisis Químico Proximal de Germinado de Cebada de  
11 días del Gpo. Experimental.

Base/Fracción	Base Húmeda %	Base Seca %	Tal como Recolectada %
Materia Seca	95.5	100	14.75
Humedad	4.5	0	85.25
Prot. Cruda (Nx6.25)	14.69	15.3	2.26
Extracto Etéreo	5.67	5.67	0.88
Fibra Cruda **	46.92	46.92	6.12
E.L.N. *	24.06	26.71	4.71
Cenizas	5.16	5.4	0.79

\* Extracto Libre de Nitrógeno.

\*\* Por detergente Neutro (Van Soest).

Gómez, 1989.

## Cuadro 11

Análisis Químico Proximal en Base Seca del Germinado de  
Cebada de 7, 9 y 11 días.

Tratamiento,	100% M A T E R I A S E C A						
	7 días		9 días		11 días		
	Fracc.	Gpo. Cont.	Gpo. Exp.	Gpo. Cont.	Gpo. Exp.	Gpo. Cont.	Gpo. Exp.
	%	%	%	%	%	%	%
Materia Seca	100	100	100	100	100	100	100
humedad	0	0	0	0	0	0	0
Proteína C.	13.2	14.09	14.09	15.22	14.6	15.3	
Extracto Etéreo	6.8	7.36	5.34	8.5	6.22	5.67	
Fibra Cruda **	52.59	49.5	57.8	65.6	46.93	46.92	
E.L.N. *	23.37	23.85	17.95	5.68	27.45	26.71	
Cenizas	4.04	5.2	4.82	5.0	4.8	5.4	

\* Extracto Libre de Nitrógeno.

\*\* Por Detergente Neutro (Van Soest).

Gómez, 1989.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

VI CONCLUSIONES:

- 1.- Es posible producir germinado de cebada en condiciones rústicas con niveles nutricionales aceptables - (Cuadro 8).
- 2.- Se pudo determinar que el germinado de 9 días fue el que obtuvo mejores resultados (Cuadro 11), en cuanto a su valor nutricional que el forraje de 7 y 11 días obtenidos en forma rústica.
- 3.- Al comparar los análisis químico proximal de un módulo comercial contra el forraje de 9 días obtenido en forma rústica, se determinó que es mejor el del módulo comercial.
- 4.- En cuanto a costos de producción de forraje hidropónico, se puede concluir que es mucho más barato la producción en condiciones adaptadas al campo, que el obtenido en forma comercial ya que éste cuesta un 138 % más caro. Y por tanto es una buena razón para que sea utilizado en zonas rurales, donde cuentan con pocos recursos económicos y además con períodos de sequías muy largos.  
En estas regiones semiáridas, si se cuenta con un lugar que se pueda adaptar y un poco de agua, se

puede producir forraje fresco durante todo el año -  
o por lo menos en el período de sequía para poder  
mantener rebaños en buenas condiciones.

## VII RECOMENDACIONES

Se sugiere seguir experimentando, realizar más trabajos de éste tipo, utilizar otros materiales y en otras épocas del año para ver si se mejora el forraje en cuanto calidad nutritiva, peso y crecimiento de las plántulas.

Aunque los resultados nos muestran que el germinado de cebada producido en forma rústica no es mejor que el obtenido en un módulo comercial, si es una buena opción para que sea utilizado por los pequeños productores de ganado, ya que si proporcionarán cebada como grano sólo aportarían 7.3% de proteína cruda en cambio el germinado de cebada de 9 días les proporcionaría 15.22% de P.C. en M.S.

Y considerando que su costo es muy bajo, recomendamos su utilización para zonas semiáridas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alexander J.C. and col, 1984, Nutritional value of germinated barley, Can Inst. Food Set Technol J., Vol, 17 No. 4, pp 224-228.
- 2.- Agrosíntesis, 1981, La Pradera de Probeta Revolucio na la Ganadería, México, Vol. 12 No. 7, pp. 20-29.
- 3.- Agrosíntesis, 1982, Cultivo sin suelo "Hidroponia", México, Vol. 13, No. 9, pp. 41-50.
- 4.- Baca C. A.G., 1983, Efecto de la solución nutritiva, la frecuencia de los riegos, el substrato y la densidad de siembra en cultivos hidropónicos al aire libre de pepino, melón y jitomate., Tesis en maestría en ciencias, Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados Chapingo México, pp. 20-26.
- 5.- Butler J.D. y col., 1976, Hidropónica, cultivo de plantas sin tierra, México, La hacienda julio-agosto, pp. 10-32.
- 6.- Chanona F.M.A., 1983, Estudio comparativo de diferentes niveles de germinado de cebada en la alimentación del ganado lechero, Tesis de la F.M.V.Z., U.N.A.M, pp. 1-15.

- 7.- Flores M.J.A., 1975, Bromatología Animal, México, Editorial Limusa, 2<sup>a</sup>, edición, pp. 140-142.
- 8.- Gill N.T., 1965, Botánica Agrícola, España, Editorial Acribia, pp. 281-290.
- 9.- Gómez Ch. C., 1985, Contribución al estudio de un promotor de crecimiento en dietas para cerdos, México, Tesis de la F.E.S.C., U.N.A.M., pp. 2.
- 10.- González M.M.A., 1984, Sistema básico para la producción de forraje fresco por hidroponia, México, Tesis de la F.E.S.C., U.N.A.M., pp.14-22.
- 11.- Gobierno del Estado de México, 1980, Plan municipal de desarrollo urbano, México.
- 12.- Gobierno del Estado de México, 1974. Monografía de Temascalapa, México.
- 13.- Huterwal G.D., 1977, Hidroponia cultivo de plantas sin tierra, Argentina, Editorial Albatros, Buenos Aires, pp. 118-123.
- 14.- Maxwell B., 1977, Hidroponics plus the bentley system a new approach to intensifies, E.U., Sroux falls, South Dakota, OCP, Library of congress, pp. 154-170.

- 15.- Morfin L.L., 1982, Manual de Bromatología, México F.E.S.C., U.N.A.M., pp. 85-126.
- 16.- Penningfeld F. y col. 1987, Cultivos hidropónicos y en turba, España, Editorial Mundi-prensa, --- pp. 49-64 y 181-188.
- 17.- Pierre J.P. y col., 1970, Botánica Agrícola y sus aplicaciones agrícolas, España, Editorial Mundi-prensa, pp. 108-121.
- 18.- Resh M.H., 1982, Cultivos hidropónicos nuevas técnicas de producción, España, Editorial Mundi-prensa, pp. 123-125.
- 19.- Robles S., 1981, Producción de Granos y Forrajes, México, Editorial Limusa, pp. 247-266.
- 20.- Sáenz C.A., 1983, Germinados en vez de alfalfa, México, Agro-export, año III, Vol III, pp. 49-56.
- 21.- Sánchez C.F., 1981, Hidroponía, México, Editorial Patuach, pp. 164-176.
- 22.- Sholto D.J., 1982, Hidroponía como cultivo sin tierra, Argentina, Editorial el ateneo, pp. 213-215.
- 23.- San Miguel G.F.J., 1982, Evaluación del consumo de pasto hidropónico en borregos pelibuey de engorda, México, Tesis U.A.Ch., Monterrey Nuevo León, pp. 1-89.