

78
29



EVALUACION NUTRICIONAL IN-VITRO DE
FORRAJE HIDROPONICO DE AVENA CON Y
SIN SUSTRATO Y COSECHADO A CUATRO
DIFERENTES EDADES.

T E S I S

Presentada ante la División de Estudios Profesionales
de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
Para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista
por

NORMA ESPINOSA SCHOELLY



A s e s o r e s :

M.V.Z. Juan Manuel Cervantes Sánchez
y
M.V.Z. Humberto Troncoso Altamirano

México, D. F.
1991

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.



78
29

EVALUACION NUTRICIONAL IN-VITRO DE
FORRAJE HIDROPONICO DE AVENA CON Y
SIN SUSTRATO Y COSECHADO A CUATRO
DIFERENTES EDADES.

T E S I S

Presentada ante la División de Estudios Profesionales
de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México
Para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista
por

NORMA ESPINOSA SCHOELLY



Asesores:

M.V.Z. Juan Manuel Cervantes Sánchez
y
M.V.Z. Humberto Troncoso Altamirano

México, D. F.

1991

FALLA DE ORIGEN

C O N T E N I D O

	Página
Resumen.....	1
Introducción.....	4
Hipótesis y Objetivos.....	12
Material y Métodos.....	13
Resultados.....	16
Discusión.....	17
Cuadros.....	25
Gráficas.....	29

C O N T E N I D O

Lista de cuadros

Cuadro	Página
1 Análisis químico proximal del forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato, representado en porcentaje.....	22
2 Rendimiento del forraje con relación al grano utilizado en el forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	23
3 Análisis de digestibilidad del forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato, representado en porcentaje.....	24

C O N T E N I D O

Lista de figuras

Gráfica	Página
1 Porcentaje de proteína cruda en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	26
2 Porcentaje de extracto etéreo en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	26
3 Porcentaje de cenizas en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	27
4 Porcentaje de fibra cruda en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	27
5 Porcentaje de extracto libre de nitrógeno en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	28
6 Porcentaje de total de nutrientes digestibles en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	28
7 Energía digestible Mcal/kg en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	29

8	Energía metabolizable Mcal/kg en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	29
9	Curva de fermentación del forraje hidropónico de avena a los 10 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	30
10	Curva de fermentación del forraje hidropónico de avena a los 15 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	30
11	Curva de fermentación del forraje hidropónico de avena a los 20 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	31
12	Curva de fermentación del forraje hidropónico de avena a los 25 días de crecimiento, con y sin sustrato.....	31

R E S U M E N

ESPINOSA SCHOELLY NORMA " Evaluación nutricional in-vitro de forraje hidropónico de avena con y sin sustrato y cosechado a cuatro diferentes edades." (Asesorado por: M.V.Z. Juan Manuel Cervantes Sánchez y M.V.Z. Humberto Troncoso Altamirano).

El presente trabajo se realizó en el Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica de la F.M.V.Z. de la U.N.A.M. y en el Invernadero del Depto. de Biología de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. Mediante la técnica hidropónica se produjo forraje de avena, el cual tuvo dos tratamientos: I Se le agregó al agua de riego una fórmula de N - P - K (600-40-200 ppm), II Se utilizó únicamente agua desmineralizada. Los subtratamientos fueron: Cosecha a los 10, 15, 20 y 25 días. Se evaluó la producción de forraje hidropónico de avena utilizando un diseño de parcelas divididas con dos tratamientos, cuatro subtratamientos y tres repeticiones por subtratamiento. Los promedios de tratamientos y subtratamientos se compararon entre sí mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$) (17). En esta etapa del experimento se evaluó: a) El rendimiento en fresco y materia seca, b) La relación gramo-grano/forraje en fresco y materia seca. Posteriormente se determinó la composición químico proximal (P.C., F.C., E.E., E.L.N., Cenizas, M.S. y Humedad) según la A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) (2). Finalmente se llevó a cabo el análisis de digestibilidad in-vitro mediante la técnica de Tilley y Terry (18), modificada por Borquez y Riquelme (4), utilizando para esto un diseño estadístico de parcelas divididas en función de tiempo (0, 1, 2, 4, 8, 12 y 24 hrs).

Se obtuvo el porcentaje promedio de cada uno de los análisis, observándose que el tratamiento I (con sustrato) presentó un 15.37% de proteína cruda, mientras que el tratamiento II (sin sustrato) presentó un 13.85% de P.C. El promedio de extracto etéreo en el tratamiento I fue de 5.6%, y para el tratamiento II fue de 4.37%. El porcentaje promedio de cenizas obtenido en el tratamiento I fue de 7.16%, siendo de 5.76% para el tratamiento II. El tratamiento I presentó un porcentaje de 20.88% de fibra cruda y el tratamiento II presentó 23.76% de F.C. El extracto libre de nitrógeno para el tratamiento I fue de 50.99%, mientras que en el II se obtuvo un 53.79% de E.L.N. En cuanto a los subtratamientos (10, 15, 20 y 25 días de cosecha) se mencionan los porcentajes más altos obtenidos en los análisis: se observó un 19.75% de P.C. a los 25 días de cosecha en el tratamiento I (con sustrato) En el tratamiento II (sin sustrato) se obtuvo un 14.42% de P.C. a los 25 días de cosecha, encontrándose diferencias significativas para los dos tratamientos. De la misma forma, se encontraron diferencias significativas para fibra cruda en los dos tratamientos. En el tratamiento I (con sustrato) se obtuvo un porcentaje de 22.12% de F.C. a los 25 días de cosecha, en el tratamiento II (sin sustrato) se observó un 25.54% de F.C. a los 25 días de cosecha. Hubo también diferencias significativas para el extracto libre de nitrógeno cuyos porcentajes fueron de 59.90% a los 10 días de cosecha en el tratamiento I y de 60.32% a los 10 días de cosecha en el tratamiento II. Por el otro lado, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a extracto etéreo, cenizas, total de

nutrientes digestibles, energía digestible, energía metabolizable, materia seca y humedad ya que todas fueron iguales con una probabilidad de ($P < 0.05$).

El mayor porcentaje de digestibilidad en el tratamiento I fué de 67.86% a las 24hrs. de iniciada la fermentación y a los 10 días de cosecha. Para el tratamiento II se obtuvo un 69.30% a las 24hrs. de iniciada la fermentación a los 25 días de cosecha. No se observaron diferencias significativas en el análisis de digestibilidad. La relación grano seco/forraje seco reportó 1:1.170 a los 25 días de cosecha en el tratamiento I, y la relación grano seco/forraje fresco fué de 1:2.510. Para el tratamiento II la relación grano seco/forraje seco y grano seco/forraje fresco fué de 1:1.280 y 1:2.810 a los 25 días de cosecha respectivamente.

I N T R O D U C C I O N

México es un país ganadero que se encuentra entre los diez mayores productores del mundo. Sin embargo, debido a que a nivel nacional enfrenta grandes problemas derivados de una deficiente nutrición y un bajo índice tecnológico en la mayoría de las explotaciones pecuarias, su eficacia productiva es baja (3).

La agricultura y la ganadería, se encuentran íntima - mente relacionadas, siendo la agricultura la base para el desarrollo ganadero. Un ascenso o disminución en la producción agrícola repercute en la disponibilidad de productos y subproductos útiles como alimento del ganado. Si se considera que aproximadamente del 70 al 80% de los costos de producción ganaderos son por concepto de alimentación, se aprecia la importancia básica de la agricultura (3).

La República Mexicana cuenta con una superficie de 200 millones de hectáreas, pero solo una porción muy pequeña de esta superficie, aproximadamente el 11% está dedicada a la agricultura. El resto, es demasiado seco o demasiado húmedo, o se trata de pendientes muy inclinadas (1). Además, una gran proporción de la superficie nacional está ocupada por la región árida que abarca un 54%

del territorio y que en 1960 contenía el 34% de la población bovina nacional (7).

La región ganadera del norte de México, que se encuentra localizada en la provincia fisiográfica denominada altiplano (14) se caracteriza por su pronunciada aridez; posee una vegetación xerófila y escasos pastizales naturales los cuales son utilizados prácticamente en la época de mayores lluvias (7). A finales de este siglo, México contará aproximadamente con 110 millones de habitantes, lo cual coloca a este país en un gran problema ya que existirá escasez de tierras de labor (1). Por lo tanto, frente a los requerimientos de alimentación, surge la necesidad de modificar aquellos factores que limitan el desarrollo de la agricultura, siendo imprescindible mejorarla y actualizarla mediante técnicas y métodos que incrementen al máximo la producción (3).

Los resultados verdaderamente espectaculares, han motivado que muchos países vuelvan los ojos a la hidroponía como posible solución a sus problemas desérticos. Entre esos países se encuentra México (11).

La hidroponía es un cultivo que se basa en el manejo armonioso del agua, de allí que ésta técnica sea un factor

importante para evitar un gasto inmoderado. Al respecto se destaca el proceso de recirculación del agua, mediante el cual tanto el agua como los nutrimentos no utilizados vuelven a aprovecharse, y en consecuencia, el gasto total tanto en el volumen como en el precio es mucho menor que con los sistemas tradicionales. Las únicas pérdidas, son las causadas por la transpiración, es decir, por el agua que se evapora, mientras que en los cultivos normales hay pérdidas mucho mayores por infiltración en la tierra y dispersión alrededor del cultivo (11).

Hidroponía se define como el crecimiento de plantas en agua. La palabra parte de las raíces griegas Hidros = agua, ponos = labor, es decir, trabajo en agua. En un principio esta técnica fué establecida en unidades, en las cuales se disolvían sustancias minerales y las plantas se colocaban en la superficie del agua sobre una red. Actualmente, con el fin de producir hortalizas y flores hidropónicas, se utilizan materiales inertes como vermiculita, grava, perlita expandida, arena, poliestireno y otros, cuya función es la de sostener las raíces de las plantas mediante dicho medio inerte. Después, se hace circular agua preparada con nutrientes a un pH determinado;

la cual es aplicada o bombeada en intervalos regulares. Hillier y Perry (1969) mencionan la aplicación de agua durante un periodo de 30 min. por día para la producción de forraje hidropónico de avena (10).

En México, hace algunas centurias, nuestros antepasados ya utilizaban las "chinampas", que fueron balsas sobre un lago, en las cuales se sembraban todo tipo de plantas alimenticias, cuyas raíces se sumergían en el agua con el fin de obtener sus nutrimentos necesarios (5).

Posteriormente, experimentos realizados en Inglaterra hace más de trescientos años, demostraron que las plantas podían crecer en agua a la que se le agregaban nutrimentos como N, P, K, Mg, S, Ca los cuales son considerados como elementos esenciales para el desarrollo de toda planta.

En 1929, el Dr. William Gericke, de la Universidad de California, obtuvo mediante la técnica hidropónica, plantas de tomate cuyo crecimiento llegaba a 5 mts. de altura (5). En la segunda guerra mundial, las fuerzas militares de Estados Unidos y de Gran Bretaña, establecieron en algunas islas del Pacífico, unidades hidropónicas con el objetivo de surtir de alimentos a sus tropas, obteniendo re-

sultados excelentes.

El sistema Bengali en 1946, fué un sistema hidropónico, cuya finalidad fué la de cultivar grandes cantidades de alimentos en la India, aplicando nutrimentos en la su perficie de grava y disolviéndolos con riego por asper - sión.

Las compañías petroleras de la Península Arábiga, sur - ten a sus trabajadores de alimentos frescos producidos en grandes jardines hidropónicos. Actualmente todavía las - fuerzas de los Estados Unidos, continúan utilizando unida des hidropónicas en las islas del Pacífico. Por el otro lado, Rusia ha establecido a su vez, grandes complejos hi dropónicos de experimentación. Así mismo, Israel inició en 1952, experimentos prácticos de cultivos hidropónicos en grava en el Kibutz Hafetz Hayim (5).

Los resultados, han sido muy halagadores. Se han logra - do producir excelentes cosechas, con desperdicio casi nulo de agua.

Actualmente, se han incrementado las investigaciones en Israel en el Instituto de Negev, con respecto al culti - vo en hidroponia de hortalizas y flores; dándole mayor im portancia a la investigación de ésta técnica en las zonas

áridas.

En México, se han realizado algunas investigaciones en esta área, en la Escuela Superior de Agricultura "Hermanos Escobar" de Cd. Juárez, Chihuahua, en donde se intentó comercializar esta técnica.

En los Estados Unidos, existen actualmente más de 200 compañías las cuales operan en grandes complejos comerciales hidropónicos por ejemplo en Glendale, Arizona. También es de llamar la atención el complejo hidropónico establecido en Pueblo Indio; una reservación india que se encuentra en Nuevo México, así como las unidades experimentales establecidas por la Organización de las Naciones Unidas a través de su departamento de Agricultura y Alimentos en Líbano, Kuwait e Israel (5).

EL CULTIVO DE LA AVENA

Los granos de los cereales constituyen con mucha ventaja, la mayor proporción de alimentos ricos en energía destinados a los animales.

El cereal que ocupa uno de los lugares más importantes en la alimentación de los animales es la avena: Avena sativa. Las avenas comunes son originarias de China del Norte. Sin embargo, las avenas de la cuenca mediterránea se derivan de la Avena sterilis, que se presenta con bastante fre

cuencia en estado espontáneo en Italia, Africa del Norte e incluso en el Sur de Francia.

El cultivo de la avena se ve particularmente favorecido en las regiones templadas. Respecto al suelo, la avena se acomoda a las tierras ácidas y a los campos pedregosos. Además, la avena se presta a una gran variedad de alternativas, bien asociada al trigo, o bien como única representante de los cereales.

El rendimiento de forraje de avena en campo es de 5 a 10 ton de materia seca / hectárea (16). En el sistema hidropónico se producen 11.21 ton de materia seca / hectárea (16). El contenido total de proteína de la avena en los estados de hoja bandera y madurez es de 16.4 y 5% respectivamente. La digestibilidad en vivo de materia seca y proteína cruda disminuye rápidamente después del estado maso, siendo mayor esta disminución para proteína (6).

Debido a que la avena es un cereal importante para la alimentación animal, se ha propuesto en este trabajo cultivar grano de avena mediante la técnica hidropónica, con el fin de conocer su comportamiento en este método de cultivo. La hidroponia actualmente está enfocada a la produc -

ción de hortalizas, flores y plantas medicinales y gran parte de la información generada se ha extrapolado a cereales, por lo que el punto óptimo de cosecha para forrajes hidropónicos no está bien definido, motivo por el cual se desarrolla este trabajo.

HIPOTESIS

Hipótesis causal : El tiempo de cosecha del forraje hidropónico de avena, determina la composición química.

Hipótesis estadística : $H_0: M_1 = M_2 = M_3 = M_4$

H_a : Al menos una es diferente.

Hipótesis causal : El tiempo de cosecha del forraje hidropónico de avena, determina la digestibilidad.

Hipótesis estadística : $H_0: M_1 = M_2 = M_3 = M_4$

H_a : Al menos una es diferente.

OBJETIVOS

Los objetivos de la presente investigación son :

- 1.- Evaluar el rendimiento del forraje hidropónico de avena, con y sin sustrato a cuatro tiempos de cosecha.
- 2.- Determinar la composición química proximal del forraje hidropónico de avena, con y sin sustrato a cuatro tiempos de cosecha.
- 3.- Evaluar la digestibilidad in-vitro de la materia seca del forraje hidropónico de avena, con y sin sustrato a cuatro tiempos de cosecha.

M A T E R I A L Y M E T O D O S

El presente trabajo se desarrolló en dos etapas. La primera etapa se realizó en el invernadero del Depto. de Biología de la Facultad de Ciencias en la U.N.A.M. La segunda etapa se llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología del Depto. de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. A continuación se describen cada una de las etapas :

Etapa 1 : Consistió en la obtención de forraje hidropónico de avena. Se evaluó el rendimiento del forraje, el cual fue cosechado a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento.

Etapa 2 : Se efectuó la caracterización química, así como la digestibilidad del forraje hidropónico de avena.

La primera etapa se llevó a cabo en un periodo de 25 días. Para su realización, fue necesario adquirir 12 kgs de avena en grano con cáscara; los cuales se colocaron en cubetas de plástico y se procedió a remojarlos durante 24 hrs en una solución de agua con cal al 0.1% con el fin de estimular el proceso de germinación. A las 24 hrs se requirieron 24 charolas de plástico para colocar en cada una de ellas 500g de el grano previamente remojado.

Cada charola mide 18cm de ancho, 25cm de largo y tienen una altura de 11cm. Estas charolas presentan dos orificios en uno de sus extremos con el fin de provocar el drenaje del agua de riego. A continuación, se procedió a etiquetar las charolas y a colocarlas al azar sobre la mesa del invernadero. Una vez realizada la colocación de las charolas, se cubrieron éstas con bolsas de plástico de color oscuro durante tres días. Durante este periodo se efectuaron dos riegos diarios; cada uno de los cuales contenía 200ml de agua con cal al 0.1%. Al cuarto día se retiraron los plásticos por la mañana, para continuar con los dos riegos diarios con 200ml de agua desmineralizada cada uno y aplicados al 50% de las charolas. Al otro 50% restante se les regó con una solución de Nitrógeno-Fósforo-Potasio que contenía una concentración de 600-40-200 ppm respectivamente.

Debido a que no existen reportes que determinen un punto óptimo de cosecha para el forraje hidropónico de avena, se decidió suspender los riegos a cuatro tiempos : a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento o desarrollo del forraje. Una vez crecido éste (a los 10, 15, 20 y 25 días) , se procedió a deshidratarlo mediante exposiciones directas a los rayos solares durante 15 días. Se les envol

vió en papel periódico para introducir las a la estufa de aire a una temperatura de 60°C con lo cual se logró la deshidratación en 48 hrs. Se pesaron las muestras, se les molió en el molino marca Willey a 60 mallas y se guardaron en bolsas de plástico. Posteriormente se efectuó el análisis químico proximal según la A.O.A.C. (2).

Los resultados se evaluaron estadísticamente mediante un análisis de varianza y los promedios de los tratamientos se compararon entre sí mediante la prueba del método de Tukey ($P < 0.05$) (17). Finalmente se determinó la digestibilidad mediante la técnica de Tilley y Terry (18) modificada por Borquez y Riquelme (4) utilizando para esto un diseño de parcelas divididas en función de tiempo (0, 1, 2, 4, 8, 12 y 24 hrs.) (17);.

D I S C U S I O N

RENDIMIENTO DEL PORRAJE CON RELACION AL GRANO UTILIZADO

El forraje obtenido tiene una mayor curva de crecimiento a los 25 días, logrando 1.225kg de forraje en el tratamiento con solución nutritiva (con sustrato). A los 10 días se observó que el crecimiento es mínimo : 0.860kg. En el tratamiento sin solución nutritiva (sin sustrato) se reportan 1.157kg a los 25 días y 1.030kg a los 10 días. Se puede discutir, que el tiempo de cosecha determina el rendimiento de forraje hidropónico de avena con y sin la utilización de solución nutritiva. Esto es, a mayor tiempo de cosecha, se obtiene mayor producción de forraje. Se obtiene mayor producción de forraje fresco debido a la humedad que contiene este forraje inmediatamente después de cosechado. La relación grano seco/forraje fresco y la relación grano seco/forraje seco fueron determinadas de igual forma por el tiempo de cosecha.

PROTEINA CRUDA

En el cuadro número 1 y en la gráfica número 1, se puede apreciar que el porcentaje de proteína cruda tiende a aumentar conforme aumentan los días de crecimiento del forraje hidropónico utilizando solución nutritiva. Se obtiene así, el mayor porcentaje a los 25 días de crecimiento con

19.75% de proteína cruda. Sin embargo, en el tratamiento sin solución nutritiva, se observa un comportamiento ascendente pero menor. El menor porcentaje de proteína cruda se observa a los 10 días de crecimiento en el forraje sin sustrato obteniéndose 10.37% de P.C. En general, el porcentaje de proteína cruda es mayor en los tratamientos a los cuales se les agregó una solución nutritiva de 600-40-200 ppm de N-P-K. Lopez Saucedo (1990) menciona un porcentaje de 12.92% de proteína cruda en forraje hidropónico de avena a los 12 días de crecimiento del mismo y agregando una concentración de 200ppm de potasio (12). Se observa que el efecto del nivel de potasio agregado a la solución nutritiva fué favorecedor especialmente a tal concentración para el contenido de proteína cruda. Estos datos concuerdan con los resultados presentados en este trabajo. Sin embargo, también se menciona en esta investigación que se pueden obtener mayores concentraciones de proteína en un forraje al cual se le dé mayor tiempo de crecimiento: a los 25 días de cosecha.

EXTRACTO ETereo

Los porcentajes de extracto etéreo se aprecian en el cuadro 1. El comportamiento en cuanto a la utilización de solución nutritiva comparándolo con muestras a las cuales

no se les agregó el mismo, se encuentran en la gráfica número 2. El mayor porcentaje de extracto etéreo se da en el grupo con sustrato a los 10 días de crecimiento. En el tratamiento sin sustrato se encuentra el mayor porcentaje a los 20 días de crecimiento presentando un comportamiento inconstante en los demás días de crecimiento. En la gráfica 2 se aprecia una cantidad mayor de extracto etéreo en el forraje hidropónico al cual se le agregó solución nutritiva. Peer y Leeson (1985) mencionan incrementos en el porcentaje de extracto etéreo en forraje hidropónico de cebada, sin embargo en el germinado de avena, no se presentó esta variación según Hillier y Perry (1969) (10). Estos datos concuerdan con los obtenidos en este trabajo en el cual se menciona un comportamiento inestable y poco incrementable del contenido de lípidos en el forraje. Por lo consiguiente se recomienda la realización de experimentos que proporcionen una explicación en cuanto al contenido de extracto etéreo en forraje hidropónico de avena a diferentes días de cosecha.

CENIZAS

Estos datos se encuentran en el cuadro 1 y en la gráfica número 3. El mayor porcentaje de cenizas se observa a

los 25 días de cosecha obteniéndose un 8.89% en el forraje hidropónico tratado con solución nutritiva. El menor porcentaje se encuentra en el tratamiento sin solución nutritiva a los 10 días de cosecha con un 5.35% de cenizas. Mostró un comportamiento siempre en aumento en el tratamiento con solución nutritiva, mientras que tendió a disminuir en el tratamiento sin solución nutritiva. Lopez Saucedo (12) reporta 5.61% de cenizas en forraje hidropónico de avena a los 12 días de cosecha con una concentración de 200 ppm de potasio, lo cual es similar a los datos reportados en el presente trabajo, en el cual se obtuvo un 5.33% a los 10 días de crecimiento y un 6.63% a los 15 días de crecimiento con igual concentración de potasio, pero agregando nitrógeno (600 ppm) y fósforo (40ppm) a la solución nutritiva. Fabregat (8) menciona un porcentaje de 4.34% de cenizas en forraje hidropónico de avena a los 12 días de crecimiento con una concentración de 600ppm de nitrógeno, lo cual se aproxima igualmente a los resultados obtenidos en el presente estudio, obteniéndose un 5.33% a los 10 días de crecimiento con la misma concentración de nitrógeno.

FIBRA CRUDA

El porcentaje de fibra cruda disminuye conforme se va

agregando solución nutritiva al forraje hidropónico. Los mayores porcentajes se mencionan en el tratamiento sin solución nutritiva. El valor máximo se da a los 25 días de crecimiento obteniéndose un 25.54% de F.C. en el tratamiento sin solución. Esto es porque a mayor tiempo de cosecha, la planta va adquiriendo mayor tamaño. El valor mínimo se da a los 10 días con un 17.81% de F.C. en el tratamiento al cual se le agregó solución nutritiva. Se debe tomar en cuenta que la concentración (600-40-200 ppm) de N-P-K de la solución nutritiva utilizada se consideró alta, por este motivo se intuye una disminución del contenido de fibra cruda en el tratamiento con solución nutritiva debido a que el fósforo y el potasio en altas concentraciones tienden a retardar el crecimiento de la planta.

EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

El cuadro 1 y la gráfica 5 muestran el comportamiento de este componente a diferentes tiempos de cosecha. En el tratamiento con sustrato se observa el mayor porcentaje a los 10 días de crecimiento obteniéndose un 59.90% encontrándose diferencias significativas a otros tiempos de cosecha (P 0.05), y el menor porcentaje se encontró a los 25 días con un 43.92% en el mismo tratamiento. Estos datos indican que el extracto libre de nitrógeno presenta un comportamiento de

descenso a mayor tiempo de cosecha, ya sea con la utilización de solución nutritiva o sin ésta. Esta disminución, al aumentar el tiempo de cosecha, fué igualmente mencionada por los investigadores citados (10,13).

TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES

En el cuadro 1 y en la gráfica 6 se indica que en el tratamiento con sustrato, el porcentaje de total de nutrientes digestibles presenta una ligera disminución conforme aumentan los tiempos de cosecha. Se tiene un 74.16% como máximo a los 10 días, y va disminuyendo hasta llegar a un 69.58% a los 25 días de crecimiento. En el tratamiento sin sustrato, se reporta un 70.88% a los 10 días de crecimiento mostrando un ligero descenso hacia los 15, 20 y 25 días de cosecha. Es de esperarse, que al disminuir el contenido de fibra cruda, el total de nutrientes digestibles mostrara aumento a mayor tiempo de cosecha, por lo que se sugiere se realicen mas experimentos al respecto.

ENERGIA DIGESTIBLE

Estos datos se mencionan en el cuadro 1 y en la gráfica 7. Existe una tendencia descendente en el forraje con sustrato y es todavía mayor en el tratamiento sin sustrato. El máximo nivel se reporta a los 10 días de crecimiento con 3.269 Mcal/kg en el tratamiento con sustrato y el menor valor a

los 25 días de crecimiento con 3.067 Kcal/kg en el tratamiento con sustrato (solución nutritiva). No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$).

ENERGIA METABOLIZABLE

En el cuadro 1 se menciona un comportamiento con tendencia descendente en cuanto a los tiempos de cosecha. El máximo nivel es de 2.680 Kcal/kg a los 10 días de crecimiento en el tratamiento al cual se le agregó solución nutritiva. El mínimo valor es de 2.515 Kcal/kg a los 25 días de crecimiento en el mismo tratamiento. No se encontraron estudios tanto de energía digestible como de energía metabolizable de forrajes hidropónicos, por lo cual se sugiere la elaboración de otros experimentos que proporcionen información al respecto.

DIGESTIBILIDAD in-vitro

El comportamiento de la fermentación en la digestibilidad in-vitro puede apreciarse en las gráficas 9,10,11 y 12. Los datos se reportan en el cuadro 3. En el tratamiento con sustrato se aprecia una tendencia ascendente conforme aumenta el crecimiento del forraje a excepción de los días 25 a las 1,2,4,8,12 y 24 hr. que muestra una baja significativa en la digestibilidad. El mayor porcentaje de digestibilidad del forraje hidropónico con sustrato se observa a los 10

días de crecimiento a las 24 hr. de iniciada la fermentación. Se plantea que existe mayor digestibilidad de forraje hidropónico de avena tratado con solución nutritiva de N-P-K a una concentración de 600-40-200 ppm a los 10 días de crecimiento y a las 24 hr. de fermentación. En el caso del tratamiento sin sustrato, se observa en general un comportamiento igualmente ascendente conforme aumentan los días de crecimiento del forraje. El máximo porcentaje de digestibilidad se menciona a los 20 días de crecimiento a las 24 hr. de iniciada la fermentación. El menor porcentaje se reporta a los 10 días de crecimiento y a las 4 hr. de fermentación. Se requiere de más investigaciones que proporcionen información acerca de porcentajes de digestibilidad en forraje hidropónico de avena a diferentes tiempos de cosecha.

C U A D R O 2

RENDIMIENTO DEL PORRAJE CON RELACION AL GRANO UTILIZADO EN:
EL PORRAJE HIDROPONICO DE AVENA A LOS 10, 15, 20 y 25 DIAS
DE CRECIMIENTO, CON Y SIN SUSTRATO.

S U S T R A T O

C O N

S I N

D I A S D E G E R M I N A C I O N

CONTENIDO	10	15	20	25	10	15	20	25
Porraje Fresco kg.	0.860	0.949	1.025	1.255	1.030	1.042	1.099	1.157
Porraje seco kg.	0.357	0.583	0.788	1.165	0.361	0.610	0.810	1.400
grano/forra seco seco	1:0.860	1:0.949	1:0.956	1:1.170	1:1.032	1:1.102	1:1.112	1:1.280
grano/forra seco fresco	1:1.160	1:1.550	1:1.713	1:2.510	1:1.220	1:1.620	1:2.170	1:2.810

CUADRO 3								
PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DEL FORRAJE HIDROPONICO DE AVE NA A LOS 10, 15, 20 y 25 DIAS DE CRECIMIENTO, CON Y SIN SU <u>S</u> TRATO.								
S U S T R A T O								
Hrs.	<u>C O N</u>				<u>S I N</u>			
	D I A S D E G E R M I N A C I O N							
	10	15	20	25	10	15	20	25
1	52.30	54.21	51.83	48.24	53.82	53.92	55.54	56.31
2	53.00	55.70	54.22	53.17	54.49	54.90	57.09	57.21
4	54.70	57.09	57.91	56.45	52.17	59.44	58.11	59.10
8	58.29	60.25	62.45	57.97	56.49	64.17	58.35	61.50
12	65.37	61.43	66.31	59.34	63.57	65.28	61.30	63.30
24	67.86	66.22	66.52	61.44	66.06	67.13	67.48	69.30

Dentro de estos resultados no se observó diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

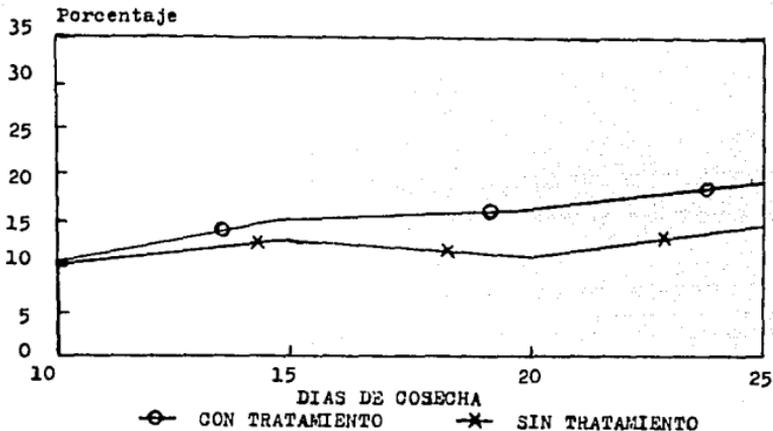
C U A D R O 4

PROMEDIOS CON SUSTRATO, SIN SUSTRATO Y GENERAL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL FORRAJE HIDROPONICO DE AVERA A LOS 10, 15, 20 Y 25 DIAS DE CRECIMIENTO.

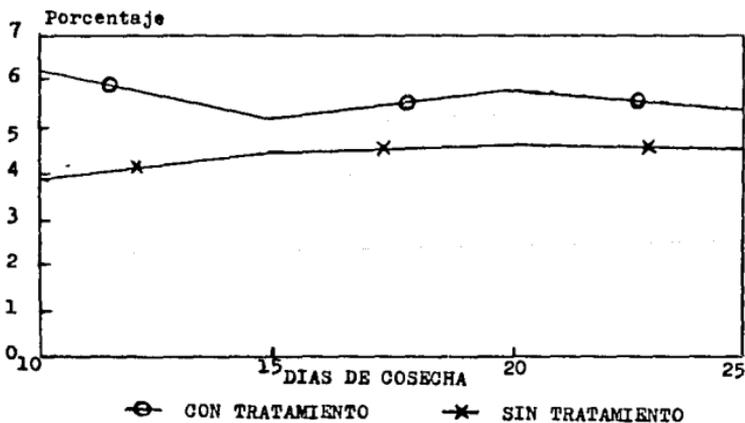
Contenido	P R O M E D I O S		
	C O N S U S T R A T O	S I N S U S T R A T O	G E N E R A L
P. G.	15.37	12.33	13.85
E. E.	5.60	4.37	4.98
CEN.	7.16	5.76	6.46
F. C.	20.88 ^a	23.76 ^b	22.39
E. L. N.	50.99	53.79	52.39
T. N. D.	70.80	70.31	70.55
E. D.	3.154	3.100	3.127
E. H.	2.586	2.541	2.563

a, b, Distinta literal en el mismo renglón indica diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

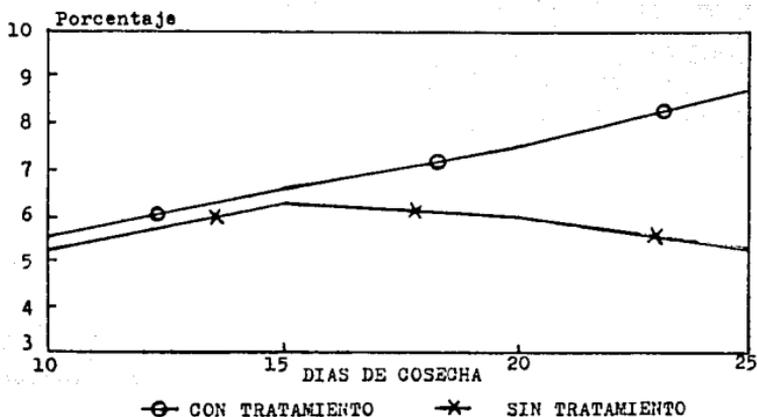
GRAFICA 1. Porcentaje de Protefna cruda en forraje hidro
pónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de
crecimiento.



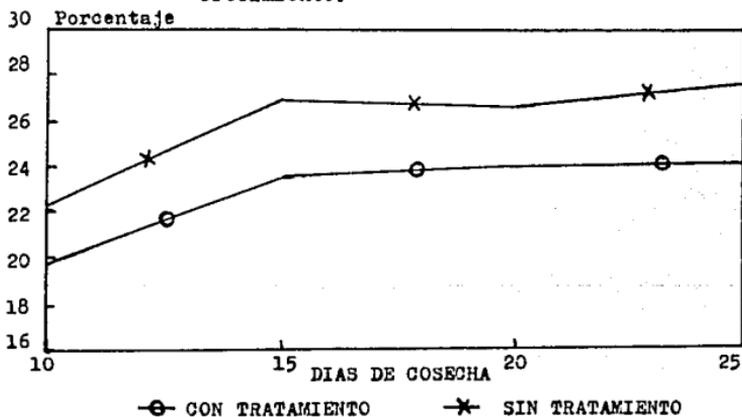
GRAFICA 2. Porcentaje de Extracto etéreo en forraje hidro
pónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de
crecimiento.



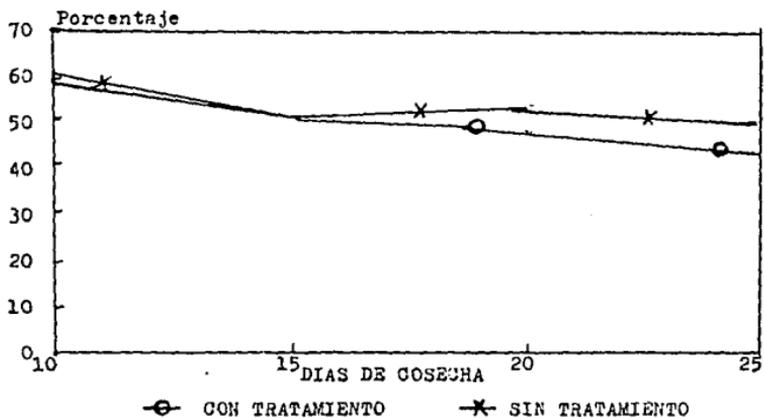
GRAFICA 3. Porcentaje de Cenizas en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento.



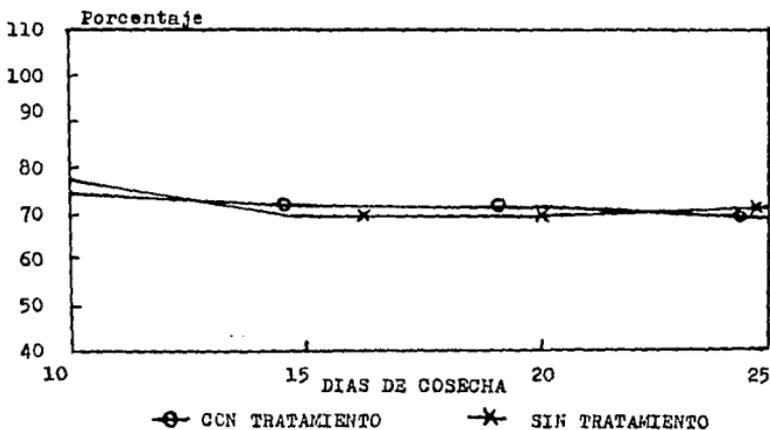
GRAFICA 4. Porcentaje de Fibra cruda en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento.



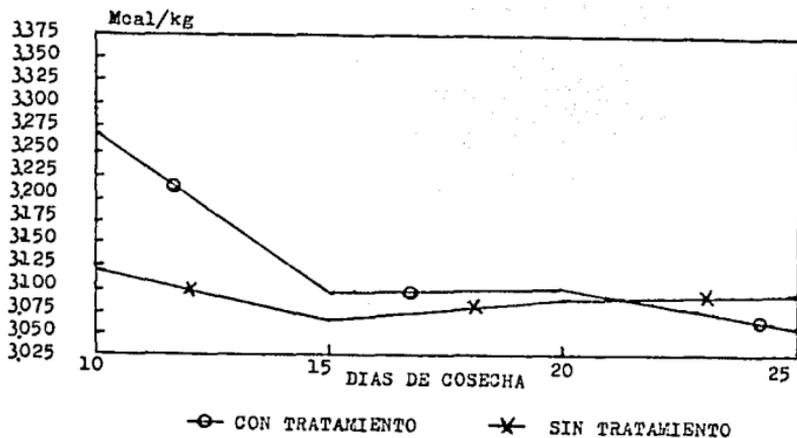
GRAFICA 5. Porcentaje de Extracto libre de nitrógeno en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento.



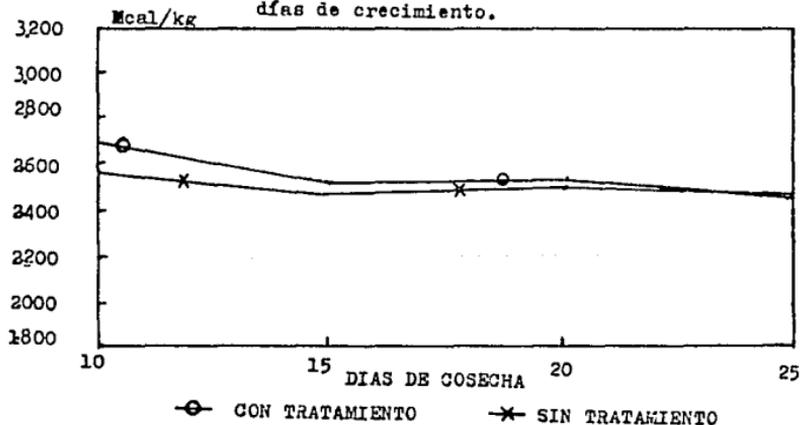
GRAFICA 6. Porcentaje de Total de nutrientes digestibles en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento.



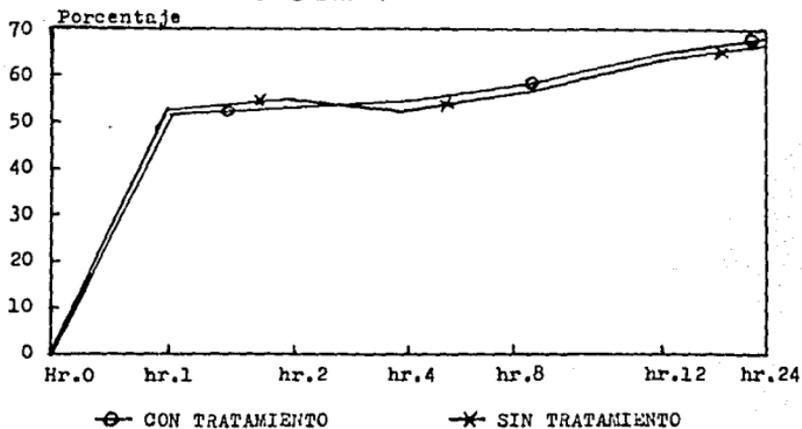
GRAFICA 7. Energía digestible obtenida en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento.



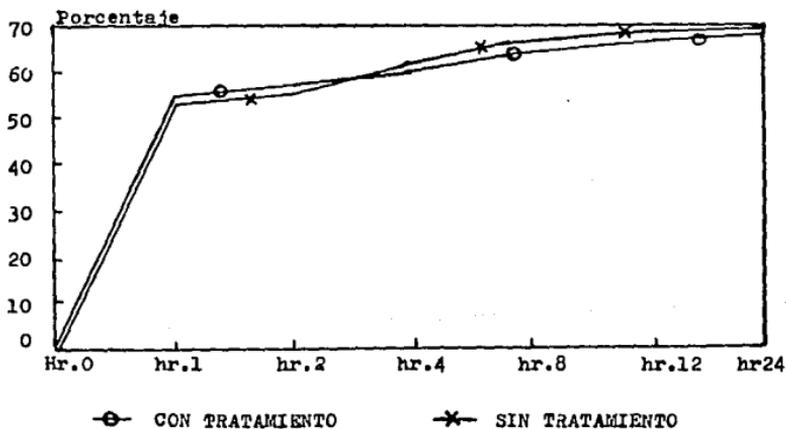
GRAFICA 8. Energía metabolizable obtenida en forraje hidropónico de avena a los 10, 15, 20 y 25 días de crecimiento.



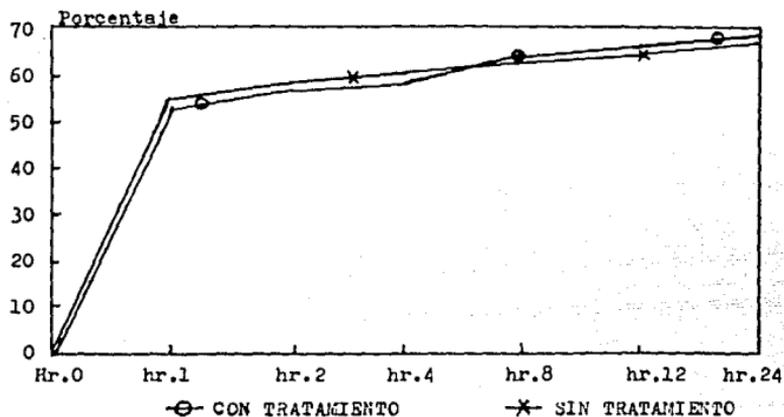
GRAFICA 9. Porcentaje de digestibilidad del forraje hidropónico de avena a los 10 días de crecimiento.



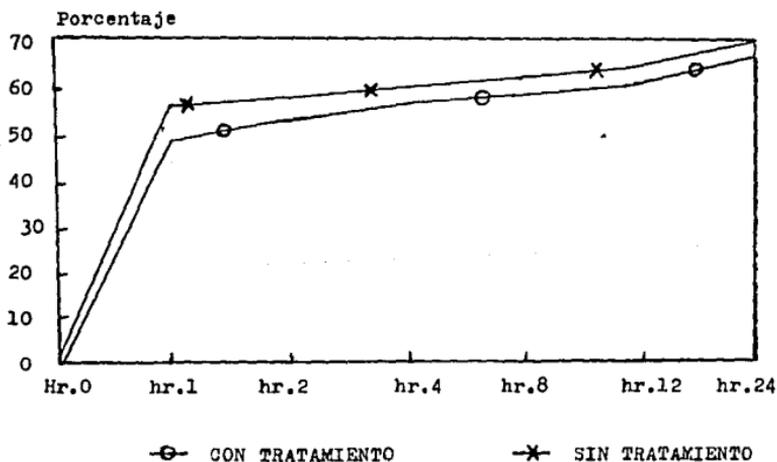
GRAFICA 10. Porcentaje de digestibilidad del forraje hidropónico de avena a los 15 días de crecimiento.



GRAFICA 11. Porcentaje de digestibilidad del forraje hidropónico de avena a los 20 días de crecimiento.



GRAFICA 12. Porcentaje de digestibilidad del forraje hidropónico de avena a los 25 días de crecimiento.



L I T E R A T U R A C I T A D A

- 1.- Anónimo. : La Entrevista : Dr. Antonio Turrent F.
Cuadernos de Nutrición., 7 (1): 13-16, México,1984.
- 2.- A.O.A.C. Official Methods of the Association of Analytical Chemist 12th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C., (1975).
- 3.- Bachtold, G.E.; Aguilar,V.A. ; Alonso,P.F.A. ; Juárez,G.J.; Casas,P.V.M.; Melendez,G.J.R.; Huerta,R.E Mendoza,G.E.; Espinoza de los Monteros,R.A. : Economía Zootécnica. Ed. Limusa., 2 (64-73) México,1982.
- 4.- Bórquez,G.J.L. y Riquelme, E.; Formulación de raciones para rumiantes en base a la tasa de fermentación in-vitro de los ingredientes. Memorias de la VII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal., (A.L.P.A.), Sto. Domingo,República Dominicana, 1980.
- 5.- Castellanos,R.A.: Hidroponía: Guía para el principiante. Corporación Hidropónica de México.,S.A. de C.V.; 1 (9-11) México,D.F.
- 6.- Castrejón,P.F.A. : Ensayo de rendimiento y comparación de la producción de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y total de nutrientes digeribles (TND) de

cinco cereales forrajeros en el C.N.E.I.E.Z. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1981.

- 7.- CEPAL. ; La Industria de la Carne de Ganado Bovino en México. Fondo de Cultura Económica, México, 1974.
- 8.- Fabregat, V.S.T. ; Efecto de diferentes niveles de nitrógeno sobre la composición bromatológica y tasas de fermentación de forraje hidropónico de avena (Avena sativa). Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México., México, 1990.
- 9.- Harris, L.E.: Métodos para análisis químico y evaluación biológica de alimentos para animales. Center for Tropical Agriculture Feed Composition. : University of Florida, Gainesville, Fla., 1970.
- 10.- Hillier, R.J. and Perry, T.W., Effect of hidroponically produced oat grass on ration digestibility of cattle. J. Anim. Sci., 29: 783-785, (1969).
- 11.- Ibarzabal, C. : Hidroponia: Agricultura sin tierra. Revista de Geografía Universal., 1(6) : 658-675, México, 1976.
- 12.- López, S.M.G. : Evaluación nutricional in-vitro de forra

- je hidropónico de avena, con diferentes concentraciones de potasio como sustrato. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1990.
- 13.- Peer, D.J. and Leeson, S.: Nutrient Content of Hidropo-
nically Sprouted Barley. Anim. Feed Sci. and Technol.
13: 191-202 (1985).
- 14.- Rzedowski, J. : Vegetación de México. Ed. Limusa., 1974.
- 15.- Schultz, T.W. : La Organización Económica de la Agri -
cultura. Fondo de Cultura Económica., México, 1974.
- 16.- Stamp, M.L. : Principles of Field Crop Production.
Third edition. McMillan Publishing Co., Inc., New York,
1976.
- 17.- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. : Principles and Procedu-
res of Statistics. McGraw-Hill Book. New York, 1960.
- 18.- Tilley, J.M.A. and Terry, R.A.: A two stage technique
for the in-vitro digestion of forage crops. J.Br. -
Grassold Soc., 18 : (104-111), 1963.
- 19.- Villaseñor, M.A. : La alfombra mágica de germinado. Sín-
tesis Lechera., 4 (10) : 35-39., México, 1989.