

40
201

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



EVALUACION NUTRICIONAL DE FORRAJE HIDROPONICO DE AVENA, CEBADA, TRIGO Y TRITICALE EN LABORATORIO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
ALEJANDRA CEBALLOS ORTEGA

Asesores: MVZ Juan Manuel Cervantes Sánchez
MVZ Humberto Troncoso Altamirano



**TESIS CON
FALSA ES ORIGIN**

MEXICO, D.F.

1989



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.

CONTENIDO	Página
Resumen.....	6
Introducción.....	7
Material y Métodos.....	16
Resultados.....	19
Discusión.....	20
Literatura citada.....	35

CONTENIDO

Lista de cuadros

Cuadro	<u>Página</u>
1.- Tratamientos utilizados para el estudio comparativo de diferentes niveles de germinados de cebada en la alimentación del ganado lechero.....	25.
2.- Análisis comparativo de germinado de cebada contra otros alimentos.....	26.
3.- Análisis bromatológico del germinado de cebada de 7 días.....	27.
4.- Composición química de los forrajes hidropónicos de avena, cebada, trigo y triticale.....	28.
5.- Composición química de los forrajes hidropónicos de avena, cebada, trigo y triticale en base seca.....	29.
6.- Relación gramo/grano y gramo/forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale.....	30.
7.- Producción de nutrientes en 45 ² cm por charola de forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale y relación de Ca y P.....	31.
8.- Producción de forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale calculada por metro cuadrado.....	32.
9.- Porcentajes de digestibilidad <u>in vitro</u> de avena, cebada, trigo y triticale, en orden decreciente de tiempo.....	33.

CONTENIDO

Lista de figuras

Grafica	<u>Página</u>
1.- Curvas de fermentación en cuestión de tiempo, de forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale.....	34.

RESUMEN

Alejandra Ceballos Ortega " Evaluación nutricional de forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale en laboratorio. " Asesorado por los M.V.Z. Juan Manuel Cervantes Sánchez y Humberto Troncoso Altamirano. Los objetivos fueron: la evaluación del rendimiento, composición bromatológica y digestibilidad in vitro de la materia seca del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale. El experimento se realizó en el Depto. de Nutrición de la F.M.V.Z. de la U.N.A.M. Se utilizaron cuatro tipos de cereales (avena, cebada, trigo y triticale) empleándose la técnica de cultivo en agua llamado hidroponia, dándole 10 días de crecimiento, después de la cosecha, deshidratación y molienda se les hizo un Análisis Químico Proximal y de digestibilidad in vitro. A los resultados del análisis químico proximal se les hizo un análisis de varianza según el diseño completamente al azar igual que para la determinación de Ca y P, y para la digestibilidad in vitro un modelo de análisis de varianza de parcelas divididas. A todos los resultados se les realizó la prueba de Tukey observándose que el trigo presentó un 25.26% de P.C., 0.814 % de Fósforo y la digestibilidad a las 24 hrs. fue de 71.70 % , mientras que la avena obtuvo 14.56% de P.C., 0.594% de Fósforo y una digestibilidad a las 24 hrs. de 64.01 % , para la cebada fue de 14.115 % de P.C., 0.651 % de Fósforo, en tanto la digestibilidad a las 24 hrs. fue de 64.96 % y el triticale mostro 21.31% de P.C., 0.743 % de Fósforo y 65.76% de digestibilidad a las 24 hrs. Se encontró que sí hubo diferencias significativas entre cada cereal tanto en el porcentaje de P.C., fosforo y digestibilidad. En cuanto a grasa, cenizas y Ca no hubo diferencias significativas ya que todos fueron iguales con una probabilidad de ($P < 0.05\%$). En cuanto a la relación gramo/grano y gramo/forraje, se obtuvieron los valores de 1:3.41, 1:3.11, 1:4.36 y 1:3.99 para avena, cebada, trigo y triticale respectivamente.

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que presenta la agricultura y la ganadería en México, es que el 40% del territorio nacional se encuentra en zonas áridas o semiáridas y el agua es el recurso limitante, que además determina el grado de desarrollo de otros recursos (3).

La escasez de agua en las regiones áridas no necesariamente implica una falta de recursos hidráulicos ya que en muchas de las regiones áridas existen recursos hidráulicos potenciales que podrían desarrollarse con los fondos y técnicas necesarios. Así mismo, el aprovechamiento del agua disponible puede optimizarse aumentando la eficiencia del uso de este importante recurso y distribuyendolo en forma más racional (3). En los países en vías de desarrollo que se hayan en las regiones áridas el mayor volumen de agua disponible se utiliza para riego.

Se calcula que cada ser humano o bien los animales requieren de 10 ton. de agua por ton. de tejido vivo. Para producir una tonelada de caña de azúcar o maíz con riego, se consumen aproximadamente 1,000 ton. de agua y, en el caso del trigo, arroz y algodón se utilizan aproximadamente 1,500, 4,000, y 10,000 ton. de agua por ton. de cosecha (3). Tomando en cuenta que la alfalfa consume entre dos a tres veces el consumo de agua de los cereales en riego, la alfalfa consumiría entre 20,000 y 30,000 ton. de agua por ton. de alfalfa y aunque es un cultivo poco eficiente en el uso del agua, se cultiva extensivamente en las principales cuencas lecheras mexicanas (*):

Una alternativa para este problema es el uso de la hidroponia (13).

La hidroponia es un método alterno de producción de vegetales de excelente calidad nutritiva, independientemente de las condiciones climáticas y geográficas. Y aunque su uso actual como aparente remedio de la escasez de alimentos, pudiera sugerir que es reciente su invención, en realidad su historia se se remonta a fines del siglo XVII (hacia 1699), cuando Woodward realizo varios experimentos para efectuar cultivos en agua de diversas procedencias, a la que agrego mantillo. Luego siguieron muchos otros experimentos hasta que en 1729 W.I. Gerecke del Depto. de Nutrición de plantas de la Universidad de Berkeley publicó datos precisos sobre la nueva técnica a la que dio el nombre de hidroponia. Hay algunos autores mexicanos para quienes existe una hidroponia natural que tuvo su origen en Xochimilco, si no es que parten de que en Puerto Peñasco, Sonora, se hicieron los primeros experimentos de hidroponia artificial con agua salada. Quizá esta referencia a Xochimilco y Puerto Peñasco tenga que considerarse como un enfoque excesivamente nacionalista, pero donde hayan sido los primeros cultivos, en la actualidad la hidroponia se practica en muchos países, especialmente donde las características de suelos impiden la practica de la agricultura tradicional (9).

(*) Comunicación personal con el MVZ Juan Manuel Cervantes S.

La hidroponía es de gran importancia ecológica, económica y social. Es una buena alternativa para producir alimentos en zonas áridas donde las fuentes de agua son muy limitadas (13).

Ciencia joven que ha sido comercialmente usada desde hace 40 años, y adaptada a diversidad de situaciones (10). Sus grandes ventajas es que puede funcionar en lugares donde la agricultura tradicional no lo permite; además permite un balance ideal del aire, agua y nutrientes, humedad uniforme, mayor densidad de población, rápida corrección de exceso o deficiencia buen drenaje, control de pH, es independiente de factores climáticos, mayor calidad de pasto, altos rendimientos por superficie (40 cm² producen una tonelada de forraje por año), uniformidad de cultivos, requiere poco espacio, bajo consumo de agua, mayor precocidad del pasto, producción constante, mayor limpieza e higiene, reduce la contaminación ambiental, reduce costos de producción y es fácil de automatizar (13).

Desventajas: Requiere de manejo comercial con conocimiento técnico, gasto inicial alto y abastecimiento continuo de agua (13).

Como se puede observar, son mayores las ventajas que las desventajas, por lo que este método de producción de forrajes es factible que funcione en nuestro país (13).

En México, algunos agricultores y productores pecuarios, con este método, están produciendo forrajes altamente ricos en proteínas, grasas, fibra y elementos libres de nitrógeno, superiores a las tradicionales gramíneas, que cultivan otros productores en grandes áreas (1).

La técnica de producción de forraje en hidroponia en México es una opción practica que puede ser factible para lograr incrementar la productividad animal, en cualquier condición climática existente (10).

Chanona (5), observo que cuando se utilizaba el germinado de cebada como sustituto de forraje y concentrado, aumentaba la producción de leche: en cambio cuando se administraba forraje y concentrado y en el caso del forraje hidropónico y ensilado, disminuía más su producción ; obtuvo 6 Kg. de forraje por cada Kg. de semilla con un 87.54 % de agua y solo 2.14 % de fibra cruda; utilizo los tratamientos que se observan en el cuadro 1.

En el cuadro 2 se observa un análisis comparativo de germinado de cebada contra otros alimentos. Así mismo en el cuadro 3 se muestra un análisis bromatológico del germinado de cebada de 7 días (5).

Hillier y Perry (8) trabajaron ocho pruebas de digestión que fueron conducidas para estudiar el efecto de varios niveles de pasto de avena producidos hidropónicamente sobre la digestibilidad de la ración total, alimentando a novillos en jaulas metabólicas. Raciones de dos niveles diferentes de energía, fueron utilizados en los dos experimentos, el consumo total de materia seca por día fue restringido al 1.5 % de peso corporal para la ración con mas baja energía,(Experimento I) y a 2 % cuando la ración era alta en energía,(Experimento II). Cuatro niveles de pasto de avena suplementado no mostraron cambios significativos en la digestibilidad de ninguno de los nutrientes estudiados. En el caso de la ración baja, los ácidos

Grasos volátiles totales en el rumen al momento del muestreo obtuvieron un ligero pero no significativo incremento del rango de reducción de acetato a propionato cuando la porción de la ración total de pasto de avena fue aumentado (8).

Avena.- (Avena sativa).

Es un cereal originario de Asia Central, es una planta C 3 de día largo. Esta adaptada a días fríos, no tolera temperaturas mayores de 33 grados C., requiere precipitaciones mayores de 600 mm. El rendimiento de forraje en campo es de 8 a 10 ton de materia seca/hectárea. En el sistema hidropónico se producen 11.21 ton de materia seca/hectárea (14).

Es una forrajera bien conocida que tiene un papel importante en la alimentación de los animales; en distintas formas constituye el alimento básico para los équidos y ha también buenos resultados en el cebo de los animales de engorda. Es una forrajera propia para el cultivo de las zonas frías y templado frías (6).

La avena se emplea mucho en la alimentación del ganado vacuno reproductor pues es algo más rica en proteínas y minerales que el maíz (11).

La avena es muy apetecible por el ganado lanar y se emplea mucho para la alimentación de ovejas de cría, corderos de poca edad y los corderos de engorde al principio del periodo de alimentación con este fin. Puede emplearse satisfactoriamente como parte de la ración de los cerdos, pero es alta en fibra y muy voluminosa para constituir el principal alimento concentrado en dicha ración. Es conveniente emplearla en las raciones de las aves en

virtud de ciertas cualidades que posee, aunque sea inferior al maíz y al trigo en lo que se refiere al suministro de los principales nutrientes (11).

Cebada (Hordeum vulgare)

Es originaria de medio oriente, Iraq, Iran. Es una planta C 3 de día largo. Resistente a la salinidad, adaptada a zonas de baja precipitación. Su rendimiento en forraje de materia seca por hectárea es de 7 a 10 ton con 4.7% de P.C. en forraje (14).

Es altamente satisfactoria para el ganado. Como torraie tiene casi el mismo valor que el maíz, para vacunos lecheros, y alrededor del 95% de ese valor cuando se da en cerdos. Tiene 81% del valor para engorde de corderos y 86% de ese valor para la alimentación de vacunos para carne (11, 17).

Trigo (Triticum sp)

Es una de las plantas más cultivadas del mundo solo superada por el maíz, de origen probablemente asiatico-europeo (6).

Quizá por ser una especie que tiene un amplio rango de adaptación y por su gran consumo en muchos países en la actualidad ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial (trigo, arroz, maíz y cebada) (12).

El trigo es una planta de una sola espiga, requiere climas y cierta altura sobre el nivel del mar, crece desde 0 hasta 2500 m sobre el nivel del mar, en climas cálidos secos, en templados y semifríos, pero no en el trópico húmedo del golfo de México (6).

El trigo necesita de 1000 a 2000 grados de calor para llegar a su madurez, repartidos entre 4 a 6 meses. Una cosecha de trigo de otoño extrae del suelo/hectárea 125 Kg de N, 75.6 Kg

de ac. fosfórico y 61 kg de potasio. La semilla para siembra debe limpiarse, fumigarse previamente a fin de despojarla de malas hierbas y parásitos, se necesitan de 60 a 80 kg de semilla/hectárea, requiere 4 riegos y se obtiene de 1 a 2 ton/hectárea y de 1 a 2 ton de paja por hectárea (6).

Triticale (Triticum secale)

El triticale es un anfiploide resultante de la duplicación de cromosomas del híbrido intergenérico producido al cruzar trigo (Triticum sp) por centeno (Secale sp).

El objetivo del mejoramiento de triticales es desarrollar tipos que rindan tanto o más grano que las mejores variedades de trigo, avena y cebada, al menos bajo ciertas condiciones ambientales (12). Para que el triticale sea comercialmente competitivo con otros granos debe ser tan productivo de grano y calidad nutritiva para usarse como alimento humano o animal (12).

En análisis llevados a cabo por la Dra. Villagas, E. de 100 líneas de triticale se encontró una variación de 12 a 21 % de proteínas (12).

La investigación y producción hidropónica de germinados forrajeros, se encuentra en los inicios de su desarrollo en México puesto que no se cuenta aun con conocimientos precisos del aprovechamiento de esta técnica innovadora en diversidad de situaciones (10). Por lo que el presente experimento nos da una pauta para conocer las alternativas que nos ofrecen los cultivos hidropónicos, evaluando así su rendimiento, composición bromatológica y la digestibilidad in vitro de los cereales antes

mencionados.

Hipótesis:

Hipótesis causal: La especie determina la composición bromatológica del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale.

Hipótesis estadística: $H_0 : M_1 = M_2 = M_3 = M_4$.
 $H_a : \text{Al menos una es diferente.}$

Hipótesis causal: La especie determina la curva de fermentación del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale.

Hipótesis estadística: $H_0 : M_1 = M_2 = M_3 = M_4$.
 $H_a : \text{Al menos una es diferente.}$

Los objetivos de la presente investigación fueron:

- 1.- Evaluar el rendimiento del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale (M.S.).
- 2.- Determinar la composición bromatológica del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale (M.S.).
- 3.- Evaluar la digestibilidad in vitro de la materia seca del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale.

MATERIAL Y METODOS

La presente investigación se llevo a cabo en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. La investigación completa estuvo dividida en dos fases que consistieron en: 1) Evaluar el rendimiento del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale y 2) Caracterización bromatológica y de las curvas de fermentación del forraje hidropónico.

Etapas 1 : Evaluación del rendimiento del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale.

Se utilizo semilla de los cereales antes mencionados, de los cuales se utilizaron 1 Kg por cada cereal, se remojaron con agua con cal al 0.1% durante 24 hrs., al termino se drenó el contenido y se colocaron 480 g. de cereal húmedo en charolas de plástico con drenaje que median 28.4 cm de largo por 16 cm de ancho.

Para la evaluación de la producción de forraje hidropónico se utilizo un diseño estadístico completamente al azar con cuatro tratamientos (avena, cebada, trigo y triticale) y cuatro repeticiones de cada tratamiento y la comparación de medias entre tratamientos se hizo mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$) (15).

Para la producción de cultivo hidropónico se utilizo la técnica de cultivo en agua (1). El proceso de producción de forraje duro 10 días donde los primeros tres se regaron con 500 ml de agua con cal, divididas en dos riegos y se cubrieron con un plástico negro para estimular su germinación. Posteriormente al

cuarto día se retiró el plástico y se regó con agua simple, se cosechó a los 10 días y cada charola fue pesada individualmente. El material fresco fue sacado de la charola y primeramente se pesó y posteriormente se deshidrató al sol durante 3 días para después secarse en una estufa de aire forzado a 60 grados C durante tres días. Seco el material se molió (molino marca Willey a 60 mallas), se depositó en bolsas de plástico y se comenzó a procesar el material.

Etapa : 2 Caracterización bromatológica y de las curvas de fermentación del forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale.

A todas las muestras se les realizó el Análisis Químico Proximal según Harris (7), y determinación de Calcio y Fósforo según A.O.A.C. (2). Los resultados fueron evaluados estadísticamente por análisis de varianza siguiendo el modelo propuesto para un diseño completamente al azar y los promedios de los tratamientos fueron comparados entre sí mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05\%$) (15).

Los parámetros a evaluar fueron: rendimiento en fresco y en base seca y relación gramo/grano de forraje fresco y materia seca.

Las curvas de fermentación del forraje hidropónico se determinaron siguiendo la metodología propuesta por Tilley y Terry (16) modificada por Borquez y Riquelme (4), y se obtuvieron deteniendo la fermentación in vitro a 1, 2, 4, 8, 12, y 24 hrs. de iniciada la incubación. El inóculo utilizado se obtuvo de un borrego fistulado, alimentado a base de ensilado de maíz y 800 g. de concentrado comercial. Así mismo se utilizó la

saliva de McDouwall (7).

Para las curvas de fermentacion se utilizo un diseño de parcelas divididas por tiempo y los promedios de los tratamientos fueron comparados entre si mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$) (15).

RESULTADOS

Los resultados de composición química de los cuatro forrajes (avena, cebada, trigo y triticale) se muestran en el cuadro 4, la composición química de los forrajes hidropónicos en base seca se observan en el cuadro 5, en tanto que la relación $\frac{\text{gramo}}{\text{gramo}}$ y $\frac{\text{gramo}}{\text{gramo}}$ forraje, producción de nutrientes en 456 cm^2 por charola, producción de forraje por m^2 del cultivo hidropónico se observan en los cuadros 6, 7 y 8 respectivamente. Los resultados en porcentaje de la digestibilidad in vitro de los cuatro tratamientos se muestran en el cuadro 9 en orden decreciente de tiempo, así mismo en la figura 1 se muestran las curvas de fermentación de dichos cereales.

DISCUSION

Las diferencias observadas en los cuatro tratamientos, son debidas a la composición química de cada cereal, tomando en cuenta que la distribución fue realizada completamente al azar.

Peso fresco :

Como se observa en el cuadro 4, los resultados fueron 1637.5 g, 1495.0 g, 2092.5 g y 1917.5 g para avena, cebada, trigo y triticale respectivamente, el trigo y el triticale fueron los que mayor rendimiento dieron en relación a peso fresco, siendo diferentes estadísticamente a avena y cebada, aunque vale la pena mencionar que el trigo y el triticale presentaron un 88% de humedad, en cambio la avena y la cebada, mostraron un 81% promedio de humedad que al final, reportados como peso seco fueron mayores (300.5 g y 287.5 g), y menores los del trigo y triticale (233.75 g y 214.25 g).

Convirtiendo los resultados de materia seca a base húmeda obtenidos por Chanona, se observa un 87.54 % a los 7 días en germinados hidropónicos y, Hillier y Perry encontraron un 86.6 % en germinados de avena.

Peso seco:

Los resultados en cuanto a peso seco fueron: 300.5 g, 287.5 g, 233.75 g y 214.25 g para avena, cebada, trigo y triticale respectivamente. La avena y la cebada fueron estadísticamente iguales entre sí pero diferentes a su vez del trigo y el triticale. Tomando en cuenta el peso de la avena como un 100 %, comparativamente la cebada rindió un 95.67 %, el trigo 77.98 % y el triticale 71.00 % .

En el cuadro 5 en cuanto a la proteína, la avena y la cebada mostraron en promedio 14 % mientras el trigo mostro un 25.26% y el triticale un 21.31% siendo estos dos ultimos estadísticamente diferentes de los primeros.

Hillier y Perry citan un porcentaje de proteína cruda en 20.75 % a los 6 días en el germinado de avena, en el presente estudio a los 10 días se tiene un 14.56 % de proteína. Chanona menciona 18.31 % de proteína cruda a los 7 dias en el germinado de cebada (5, 8).

En cuanto a la fibra cruda la cebada mostro un 17.30% siendo diferente estadísticamente a la avena (23.15%), al trigo (21.21%) y al triticale (21.50%), estos resultados concuerdan con Chanona, quien menciona para el germinado de cebada a los 7 días, 17.17% de fibra cruda y con los de Hillier y Perry para el germinado de 6 días encontraron 21.20% de fibra cruda (5, 8).

En cuanto a la grasa, ceniza y calcio no hubo diferencias significativas ya que todos fueron iguales con una probabilidad ($P < 0.05\%$).

Finalmente en relación al fósforo se observaron diferencias significativas siendo el trigo el que más alto valor presento (0.814%) seguido del triticale (0.743%) y (0.594%) y (0.651%) para avena y cebada. Representando esto (91.33%) , (80.04%) , y (73.05%) para triticale, cebada y avena en relación al trigo.

En el cuadro 6 se observan los resultados de la relación gramo/grano y gramo/forraje, donde se obtuvieron los valores de 1:3.41, 1:3.11, 1:4.36, 1:3.99 para avena, cebada, trigo y

triticale respectivamente, esto significa que para la avena por cada Kg de semilla remojada, sembrada se obtuvo 3.4 Kg de forraje hidropónico en base húmeda, y así respectivamente para los otros cereales, siendo el trigo el que más rindió en este concepto, seguido del triticale, avena y cebada.

Tomando al trigo como un 100 %, la avena rindió un 78.28 %, la cebada un 71.39 % y el triticale 91.60 %, estos datos reportados en base seca no siguieron la misma tendencia ya que para la avena 1 Kg de semilla en base seca rindió: 1.56 Kg de forraje en base seca, teniendo una relación de 1:1.56, para la cebada fue de 1:1.49, para el trigo de 1:1.22 y para el triticale fue de 1:1.11. Paradojicamente los cereales que rindieron más en peso fresco, contenían menor cantidad de materia seca.

Los resultados de la producción de nutrientes en 456 ² cm por charola de forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale y relación de Calcio y Fósforo se observa en el cuadro 7, en donde la cantidad de proteína cruda producida por charola fue de 43.75 g. para la cebada, 40.78 g. para el trigo 59.04 g. y para el triticale 45.65 g. En cuanto a fibra cruda, grasa y ceniza, la avena fue la que mayor cantidad de estos obtuvo (69.5, 18.82 y 13.31 g. respectivamente) y esto se debió a que en su composición tenía los mayores porcentajes de los cuatro tratamientos, además de tener mayor cantidad de materia seca por charola; la cebada y el trigo presentaron pequeñas variaciones, aunque en terminos generales se pueden considerar como similares. Los valores encontrados para cebada fueron: 49.75, 13.94 y 12.48 g. para fibra cruda, grasa cruda y cenizas

respectivamente; mientras que para trigo fueron: 49.55, 15.75 y 10.48 g. respectivamente; finalmente el triticale obtuvo los valores más bajos que fueron: 46.06, 8.53 y 9.36 g. esto se debió principalmente a que fue el que menor cantidad de materia seca tuvo por charola (214.25 Kg.). En cuanto a la relación Ca/P se obtuvieron los siguientes valores: 1.6 : 1 para la avena, 1.339 : 1 para la cebada, 1.148 : 1 para el trigo y 1.20 : 1 para el triticale, observando que no hay mucha diferencia entre ellos, pero se encuentran dentro de los límites que son 2:1 o de 1:1.

En el cuadro B se observa la cantidad de producción de forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale calculada por metro cuadrado, en donde podemos apreciar que al meter 10.526 g. de avena, cebada, trigo y triticale en peso fresco obtendremos 35.910, 32.785, 45.888 y 42.050 Kg. de forraje hidropónico de los cereales antes mencionados. En cuanto a peso seco 4.210 Kg. de avena, cebada, trigo y triticale nos dieron en forraje hidropónico: 6.578, 6.304, 5.125 y 4.6977 Kg.

A excepción de la proteína cruda que en el trigo y triticale obtuvieron la mayor producción por metro cuadrado calculado : 1,294 y 1,009 g. contra 957 y 890 g. de avena y cebada, en los nutrientes restantes (fibra cruda, grasa cruda, ceniza y Ca), la avena tuvo la mayor producción, la cebada y el trigo tuvieron ciertas diferencias que podemos considerarlos que fueron similares y finalmente el triticale tuvo la menor producción de estos nutrientes incluso en el caso del fósforo que obtuvo 35 g. mientras que avena, cebada y trigo prácticamente fueron iguales.

La mayor digestibilidad en cada tratamiento la presentó el trigo a 1 hora que fue de 45.68 % siguiendole la avena, triticale y cebada con valores de 40.97 %, 38.91 % y 34.61 % respectivamente, a las 2 h. y 4 h. presentaron una digestibilidad similar (46.18 %, 35.75 %, 46.28 % y 40.69 %),, (45.31 %, 52.22 %, 50.87 % y 45.69 %) para avena, cebada, trigo y triticale respectivamente. La cebada a las 6 hrs. mostro una digestibilidad mayor que fue : 55.94 % no siendo significativa la diferencia entre esta y el trigo; la avena y el triticale tuvieron una digestibilidad igualmente significativa y menor a los anteriores. En cambio a las 12 h. y 24 h. el trigo fue el que obtuvo una digestibilidad mayor (66.13 y 71.70 %) en comparación con los demás tratamientos que tuvieron una digestibilidad similar entre sí.

CUADRO 1

Tratamientos utilizados para el estudio comparativo de diferentes niveles de germinados de cebada en la alimentación del ganado lechero.

	% de inclusion	Concepto
Tratamiento 1	50 %	Concentrado
	50 %	Forraje
Tratamiento 2	50 %	Hidroponia *
	4.5 %	Concentrado (Purina)
Tratamiento 3	30 %	Hidroponia *
	20 %	Ensilado de sorgo
	4.5 %	Concentrado (Purina)
Tratamiento 4	40 %	Hidroponia *
	10 %	Ensilado de sorgo

* Fertilizante líquido o soluble con formula: 20 N - 20 P - 20 K (S).

CUADRO 2

Análisis comparativo de germinado de cebada contra otros alimentos.

	P.C.	GRASA	F.C.	E.L.N.	I.N.D.
Germinado de cebada %	18.31	4.21	17.17	53.54	79.01
Forraje sorgo %	7.7	2.1	33.5	48.1	56.4
Forraje alfalfa %	16.3	2.5	28.4	43.8	58.77
Forraje trebol %	16.9	2.8	32.2	39.2	59.58
Forraje pradera %	8.5	2.7	33.5	48.5	54.99
Ensilado de maiz %	8.4	2.7	26.5	56.4	66.25
Avena grano %	13.2	5.1	12.4	65.7	79.45

(5).

CUADRO 3

Análisis bromatológico del germinado de cebada de 7 días.

CONTENIDO	GERMINADO DE CEBADA	
	BASE HUMEDA	BASE SECA
Agua	87.54 %	
M. S.	12.46 %	100.00
P. C.	2.28 %	18.31
Grasa	0.53 %	4.24
E.L.N.	6.67 %	53.34
F. C.	2.14 %	17.17
Ceniza	0.84 %	6.94
Ca	0.031 %	0.25
P	0.070 %	0.55
Vit. A (USP)	1147.00	10,000.00
Niacina	4.87 mg	34.85 mg
Riboflavina	1.47 mg	11.90 mg
Tiamina	0.022 mg	0.13 mg
Colina	138.05 mg	1,136.50 mg

Analizado por Agri Science Laboratories I.N.C. (5).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO 4

Composición química de los forrajes hidropónicos de avena, cebada, trigo y triticale.

CONCEPTO	CEREAL			
	Avena	Cebada	Trigo	Triticale
Peso fresco (g) A	1637.5b	1495.0b	2092.5a	1917.5a*
Peso seco (g) A	300.5b	287.5b	233.75a	214.25a**
M.S. (%)	18.35	19.23	11.17	11.17
Humedad (%)	81.16	80.77	98.83	88.77

a, b, c, promedios de una misma línea, seguidos de distinta letra son diferentes ($P < 0.05$ %).

* Significativo.

** Altamente significativo.

n.s. No significativo.

A) peso por charola

CUADRO 5

Composición química de los forrajes hidropónicos de avena, cebada, trigo y triticale en base seca.

BASE SECA	Avena	Cebada	Trigo	Triticale
P.C. %	14.56a	14.115a	25.26b	21.31b*
F. C. %	23.154b	17.3075a	21.208b	21.50b*
G. C. %	6.599	4.85	6.73	4.17
E. L. N. %	51.257	59.3975	42.322	48.65
Cenizas %	4.43	4.33	4.47	4.37
Ca %	.9575	.872	.935	.90 n.s.
P %	.594 a	.651 a	.814 c	.743 b**

a, b, c, Promedios en una misma línea, seguidos de distinta letra son diferentes ($P < 0.05\%$).

* Significativo.

** Altamente significativo.

n.s. No significativo.

CUADRO 6

Relación gramo/grano y gramo/forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale.

	FRESCO	SECO
AVENA	1 : 3.411	1 : 1.56
CEBADA	1 : 3.114	1 : 1.49
TRIGO	1 : 4.356	1 : 1.217
TRITICALE	1 : 3.994	1 : 1.115

CUADRO 7

Producción de nutrientes en 456 cm² por charola de forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale y relación de Ca y P.

	GRAMOS			
	Avena	Cebada	Trigo	Triticale
M.S. %	18.35	19.23	11.17	11.17
P.C. (g)	43.75	40.58	59.04	45.65
F. C. (g)	69.57	49.75	49.55	46.06
G. C. (g)	18.82	13.94	15.73	8.93
Cenizas (g)	13.31	12.448	10.448	9.36
Ca	2.877	2.507	2.1855	1.92
P	1.782	1.8716	1.9027	1.59187
Relación Ca/P	1.6:1	1.339:1	1.148:1	1.20:1

CUADRO 3

Producción de forraje hidropónico de avena, cebada, trigo y triticale calculada por metro cuadrado.

	Avena	Cebada	Trigo	Triticale
SEMILLA :				
: Peso fresco				
: (semilla				
: remojada) (kg)	10,526Kg	10,526Kg	10,526Kg	10,526Kg
SEMILLA :				
: Peso seco (Kg)	4.210Kg	4.210Kg	4.210Kg	4.210Kg
HIDROPONIA :				
: Peso frescoKg	35.910	32.785	45.888	42.050
: Peso secoKg	6.578	6.304	5.125	4.677
: P. C. (g)	957	890	1,294	1,009
: F. C. (g)	1,523	1,091	1,087	1,009
: G. C. (g)	433	305	345	196
: Ceniza (g)	29	273	229	205
: Ca (g)	62	50	48	42
: P (g)	39	41	41	35

CUADRO 9

Porcentajes de digestibilidad in vitro de avena, cebada, trigo y triticale, en orden decreciente de tiempo.

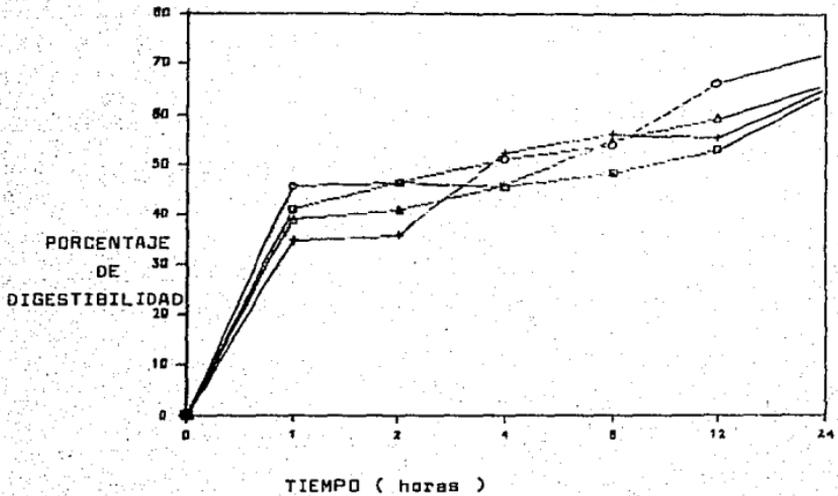
CEREAL

Hrs.	Avena %	Cebada %	Trigo %	Triticale %
1	40.97ab	34.61a	45.68b	38.91ab
2	46.18a	35.75a	46.28a	40.69a
4	45.31a	52.22a	50.87a	45.69a
8	48.14a	<u>55.94b</u>	53.66ab	54.69ab
12	52.76a	55.23ab	<u>66.13b</u>	59.02ab
24	64.01a	64.96b	<u>71.70b</u>	65.76ab

a, b, c, promedios en una misma línea, seguidos de distinta letra son diferentes ($P < 0.05 \%$).

FIGURA 1

CURVAS DE FERMENTACION DE DIGESTIBILIDAD in vitro
PARA AVENA, CEBADA, TRIGO Y TRITICALE.



- = avena
- + = cebada
- = trigo
- △ = triticale

LITERATURA CITADA

1. Anónimo.: La pradera de probeta revolucionaria la ganadería. Agro-Síntesis., 3: 20 - 29 (1981).
2. A.O.A.C.: Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Washington. 1975.
3. Arnon, I.: La modernización de la agricultura en países en vías de desarrollo. Ed. Limusa. Mexico, D.F. 1987.
4. Bórquez, G.J.L. y Riquelme, E.: Formulación de raciones para ruminantes en base a la tasa de fermentación in vitro de los ingredientes. Memorias de la VIII Reunión de la Asociación Latino Americana de Producción Animal (ALPA). Sto. Domingo, Rep. Dominicana 1980.
5. Chanona, F.M.A.: Estudio comparativo de la utilización de diferentes niveles de germinación de cebada en la alimentación de ganado lechero. U.N.A.M. 1983.
6. Flores, M.J.A.: Bromatología Animal. Tercera edición. Ed. Limusa. México D.F. 1983.
7. 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.
8. Hillier, R.J. y Perry, T.W.: Effect of hydroponically produced oat grass on ration digestibility of cattle. Journal of Animal Science., 29 (5): 783 - 785 (1969).
9. Ibarzal, C.: Hidroponía: Agricultura sin tierra. Rev. de Geografía Universal I (6): 658 - 675 (1976).
10. Martínez, R.I del C.: Estudio de germinados de avena (Avena sativa), cebada (Hordeum vulgare var. war) y Amaranto (Amaranthus hypocondriacus) como forrajes. I.T.E.S.M. 1987.
11. Morrison, F.B.: Compendio de Alimentación del Ganado. Vigésimo primera edición. Ed. Hispanoamericana. México, D.F. 1979.
12. Robles, S.R.: Producción de granos y forrajes. Segunda edición 1978 Ed. Limusa. Mexico D.F. 1979.
13. Sanchez, C.F.: Un sistema de producción de plantas hidropónicas, principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma de Chapingo. Mexico, D.F. 1981.

14. Stamp, M.L.: Principles of Field Crop Production. Third Edition. Mcmillan Publishing Co., Inc. New - York. 1976.

15. Steel, R.G.A. y Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. Mac. Graw - Hill Book. New - York, 1960.

16. Tilley, J.M.A. and Terry, R.A.: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassld Soc. 18: 104 - 111 (1963).

17. Toole, E.H. y Toole, V.K.: Colección Agrícola. Decima primera impresión. Ediciones Monitor. Tomo I. México, D.F. 1985.