

# Digestibilidad *In vitro* de Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Hidropónica

## *In Vitro* Digestibility of Hydroponic Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Jesús M. Fuentes Rodríguez <sup>a\*</sup>, Manuel Torres Hernández <sup>a</sup>, Lorenzo Suarez García <sup>a</sup>, Fernando Ruíz Zarate <sup>a</sup>, María Elena Murillo Soto <sup>a</sup>, Benjamin Ortiz de La Rosa <sup>b</sup> Rodolfo Peña Oranday <sup>a</sup> y Ramón García Castillo <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P.25315. Saltillo, Coahuila, México

<sup>b</sup>SEP Instituto Tecnológico Conkal, Yucatán, México

---

### Resumen

En las zonas áridas y semiáridas se requiere de cultivos que permitan elevar la productividad, así como generar alimentos para el ganado en zonas de escasa precipitación pluvial, por ello se buscan nuevas alternativas, como la hidroponía para producir forraje verde hidropónico (FVH) que garantiza una alta digestibilidad y calidad nutricional. Se realiza en recipientes planos por un tiempo no mayor a los 12 o 15 días, haciéndose riegos con agua pura o bien con alguna solución nutritiva. Por lo anterior se planteo el siguiente objetivo: Evaluar la digestibilidad “*in vitro*” de la Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC) y Fibra Detergente Neutro (FDN) de alfalfa hidropónica con diferentes soluciones nutritivas. Se realizaron pruebas de germinación, con 500 semillas escogidas al azar. Al concluir este proceso se procedió a colocar las muestras en cuatro charolas por tratamiento. El T1 (testigo) se regó a base de agua durante todo el proceso productivo, el T2 se regó con la solución de algaenzims y el T3 se regó con lombricomposta. La cosecha de FVH se realizó a los 15 días de establecimiento. Para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, proteína y fibra neutro detergente se utilizo la técnica de digestibilidad *in vitro*, a diferentes tiempos de incubación (0,12, 24, 48 y 72 horas). Se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3x5 (tres tipos de solución de riego X cinco tiempos de incubación) para el análisis de los datos. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p>0.05$ ) para la digestibilidad de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro. En relación a los tiempos de incubación solo se observaron diferencias ( $P<0.05$ ) entre el tiempo 0 y los diferentes tiempos de incubación. La solución nutritiva tanto algaenzims como lombricomposta para ambos tratamientos no influyeron en la digestibilidad de FVH de alfalfa.

Es indistinto regar la hidroponía de alfalfa con: agua, solución de algaenzims o lombricomposta desde la siembra hasta 15 días pos germinación para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro.

**Palabras clave:** Alfalfa, digestibilidad in-vitro, hidroponía, materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutro

### Abstract

Arid and semiarid areas require new alternatives that allow an increase in productivity and the production of food for livestock, therefore in this study the production of hydroponic forage with different nutritive solutions was tested because it produces high nutritive forage with high digestibility. Its production is easy and it takes no longer than 15 days. The objective was to determine the *in vitro* digestibility of dry matter (IVDMD), protein (IVPD) and neutral detergent fiber (IVFDN) of alfalfa on hydroponic conditions irrigated with three different solutions: T1=water, T2= Algaenzym and T3= Lombricompost. A germination test was performed with 500 seeds. Thereafter the seeds were placed in trays and irrigated with the different solutions. Harvesting was done at 15 days of establishment. *In vitro* digestibility was determined at different times of incubation (0,12, 24, 48 y 72 h). A completely randomized factorial design was used to analyze data. No differences ( $p>0.05$ ) between treatments were found for IVDMD, IVPD and IVFDN. Differences ( $P<0.05$ ) were found between time 0 and the different incubation times. Nutritive solutions did not affect *in vitro* digestibility of hydroponic alfalfa.

**Keywords:** Alfalfa, *in-vitro* digestibility, hydroponics, dry matter, crude protein, neutral detergent fiber.

---

## Introducción

La alfalfa es una de las más antiguas plantas forrajeras, originaria del Medio Oriente y debido a sus grandes cualidades es llamada con justa razón la “reina de las plantas forrajeras”. Del genero *Medicago* existen unas 50 especies en la región del Mediterráneo hacia Turquestán, norte de Judea y oriente de China (Flores, 1980). La alfalfa es una planta perenne que prospera bien en climas templados o templados-fríos y en terrenos francos o con buenas proporciones de arcillas; no resiste la acidez de los suelos, prefiriendo suelos alcalinos para su desarrollo (Flores, 1980). Morrison (1963) reporta que más de una tercera parte del heno natural producido en los Estados Unidos es de alfalfa (*Medicago sativa*). La alfalfa ha llegado a ocupar este lugar prominente porque supera en rendimiento a otras plantas henificables y también por su gustocidad, su riqueza en proteínas, elevado contenido de calcio y vitaminas. Es una planta que se usa también como pasto y para ensilaje pero en un grado mucho más limitado.

La alfalfa en México, tiene una gran importancia en la alimentación del ganado lechero, por su alta producción de materia seca y contenido de proteína. Aunado a esto, la mayoría de los estudios, que se han realizado, para determinar su óptimo aprovechamiento estacional, se han enfocado a generar recomendaciones del número de cortes, que se deben de realizar, sin tomar en cuenta los efectos del medio, que inciden en el crecimiento y desarrollo de las plantas, en cada estación del año. Para ello se requiere elaborar un plan de manejo óptimo durante todo el año y de esta manera lograr una buena eficiencia de utilización del cultivo de la alfalfa, sabiendo en qué momento se obtiene el máximo rendimiento neto; es decir, cuando se tiene la mayor cantidad de nutrientes digestibles totales (Rivas *et al.*, 2003). Al igual que otras leguminosas, la alfalfa contiene factores antinutritivos. Los principales son las saponinas y los taninos solubles. Dan sabor amargo y tienden a formar jabones estables en solución acuosa. La presencia de éstos en las plantas se relaciona con su efecto protector frente a hongos e insectos fitófagos. Pero las saponinas resultan especialmente tóxicas en los animales de sangre fría (peces, caracoles, anfibios); sin embargo, los rumiantes al igual que los conejos son poco sensibles a niveles altos de saponinas en la dieta, ya que son hidrolizadas por la flora ruminal e intestinal (De Blas *et al.*, 2003). Núñez (2000) expresa que la digestibilidad de forrajes se puede determinar con animales (digestibilidad *in vivo* o *in situ*) o también en el laboratorio (digestibilidad *in vitro*). Ambas determinaciones están relacionadas entre sí, aunque normalmente la digestibilidad *in vitro* puede ser mayor que la obtenida *in vivo*, ya que no se considera el efecto del nivel de consumo de los animales y la tasa de paso a través de su tracto digestivo. La importancia de la digestibilidad de los forrajes se puede manifestar en aumentos de 0.170 kg en el consumo de materia seca y de 0.250 kg en la producción de leche por vaca por día por unidad de incremento en la digestibilidad.

En las zonas áridas se requiere de cultivos que permitan elevar la productividad, así como generar alimentos en zonas de escasa precipitación pluvial, por ello se buscan nuevas alternativas para solucionar problemas al sector rural, en este caso se enfoca a la hidroponía con el fin de producir forraje verde hidropónico el cual garantiza una alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. Se recomienda por la facilidad de producción, y el proceso es muy sencillo; se realiza en recipientes planos por un lapso de tiempo no mayor a los 12 o 15 d, haciéndose riegos con agua pura o bien con alguna solución nutritiva para aportar los elementos químicos necesarios (Valdivia, 1996).

Por lo anterior se planteo el siguiente objetivo: Evaluar la digestibilidad “*in vitro*” de la Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC) y Fibra Detergente Neutro (FDN) de alfalfa hidropónica con diferentes soluciones nutritivas.

## **Materiales y Métodos**

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila; a 25° 22' Latitud Norte y 101° 00' Longitud Oeste, con una altitud de 1742 msnm. La zona presenta un clima clasificado: BWhw (x') (e); de muy seco a semicálido con invierno fresco, extremoso; temperatura media anual de 19.8 °C y una precipitación media anual de 298.5 mm (Mendoza, 1983). Para desarrollar este trabajo se utilizó semilla de alfalfa (*Medicago Sativa L.*), cosechada en mayo de 2008.

### *Preparación y proceso de germinación de las semillas*

Antes de iniciar el trabajo en el invernadero, se realizaron pruebas de germinación, con 500 semillas escogidas al azar, con cinco repeticiones de 100 semillas cada una. Se humedeció el papel sustrato en agua, se colocaron dos toallas una encima de otra, se pusieron las semillas en líneas de 10 x 10, luego se enrolló en forma de taco y se identificó. Las repeticiones se sometieron a una cámara germinadora al mismo tiempo a una temperatura constante de 26° C. durante ocho días, obteniéndose un 96% de germinación. Se utilizó solo una densidad de siembra para todo el proceso de producción de forraje hidropónico siendo de 180 gr. En las 12 charolas de 0.25 m de largo y 0.17 m de ancho, con un área de 0.425 m<sup>2</sup>. El día de inicio de la imbibición se procedió a pesar la semilla correspondiente a cada charola (180 g) las muestras se depositaron en bolsas de polietileno con la finalidad de remojarlas, se le agregó agua a razón de inundar por completo sobrepasando por cinco centímetros a la cantidad de semilla. Se dejaron remojando todas las muestras durante dos horas con una solución de hipoclorito de sodio al 0.2%, después se eliminó esa solución y se lavó cada contenido, una vez drenado el líquido se le vertió nuevamente agua limpia purificada durante 24 h. Para seguir el proceso de imbibición.

### *Tratamiento*

Al concluir este proceso se procedió a colocar las muestras en cada charola correspondiente para el iniciar la germinación con la aparición de la radícula. Los tratamientos fueron: T1 = Testigo, T2 = Algaenzims y T3 = Lombricomposta. El T1 que es el testigo nada más se regó a base de pura agua durante todo el proceso productivo, en cambio el T2 se regó con la solución de algaenzims y el T3 se regó con lombricomposta. Los tres tratamientos constaron de cuatro charolas, es decir cuatro repeticiones y utilizando cada solución preparada correspondiente a cada tratamiento y solo la aplicación de agua simple para el testigo. La aplicación de los riegos se hizo de forma manual utilizando una regadera, la irrigación se proporcionó de tal forma que, tomando un criterio de 2 horas en cada intervalo entre riegos durante los primeros cuatro días y gastando una cantidad de agua de medio litro considerable según las necesidades del cultivo, a partir del día 5 la cantidad de agua aumentó a un litro y disminuyó el número de riegos programados por día. Teniendo hasta cuatro aplicaciones de riego durante todo el día.

La cosecha de Forraje Verde Hidropónico se realizó a los 15 días de establecimiento productivo. La toma de muestras se llevó a cabo en cada una de las charolas, el cual consistió en tomar muestras de 20 cm<sup>2</sup> del germinado que presentó mayor altura, así también una muestra de la misma medida pero que presentó forraje de menor altura desarrollada dentro de la misma charola incluyendo el testigo.

### *Prueba de digestibilidad in vitro*

Para determinar la cinética de la digestión de la fibra de forraje de alfalfa hidropónica se utilizó la técnica de digestibilidad *in vitro*, la cual se interrumpió a diferentes tiempos de incubación (0, 12, 24, 48 y 72 h) y se analizó MS, PC y FDN a cada uno de los respectivos residuos de la fermentación. El líquido ruminal fue obtenido de un toro Charoláis fistulado y canulado ruminalmente, el cual se alimentó con heno de alfalfa (*Medicago sativa L.*) de buena calidad. La colecta del líquido ruminal se realizó a las 0930 horas. La digesta fue retirada manualmente del rumen, exprimida y filtrada con un paño de algodón para extraer el líquido ruminal y éste almacenado en un termo previamente calentado con agua a 40°C para su transporte al laboratorio de nutrición, ahí se midió el pH con un potenciómetro. El inóculo presentó un pH promedio de 7. Después el material recolectado fue transferido a un recipiente de plástico en donde fue burbujeada vigorosamente con CO<sub>2</sub> durante aproximadamente 10 minutos. Este procedimiento se realizó para garantizar que el inóculo resultante estuviera compuesto por microorganismos ruminales adheridos y no adheridos a la fibra. Después de agregar la mezcla (líquido ruminal y sustrato de alfalfa) a los tubos de plástico para digestibilidad, se incubó a una temperatura de 39°C en baño maría la cual se interrumpió a diferentes tiempos de incubación (0, 12, 24, 48 y 72 h). En donde cada 12 h se retiraban los tubos y se sometieron a refrigeración hasta cumplir 72 h. El residuo insoluble de la muestra fue filtrado a través de papeles de filtro whatman # 42 previamente pesado. Los papeles de filtro con sus respectivas muestras se colocaron a la estufa a 60°C por 24 h, para posteriormente pesarlos y realizar los análisis de datos respectivos.

### *Análisis estadístico*

Para el análisis de digestibilidad *in vitro* de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC) y Fibra Detergente Neutro (FDN), se utilizó el paquete de diseños experimentales (Olivares, 1994) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, utilizando un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3X5 (tres tipos de solución y cinco tiempos de incubación).

## **Resultados y Discusión**

Se presentan los resultados de digestibilidad *in vitro* de las variables evaluadas. Es conveniente señalar que estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ) para la digestibilidad de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro. En relación a los tiempos de incubación solo se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre el tiempo 0 y los diferentes tiempos de incubación (12, 24, 48 y 72 h).

### *Digestibilidad in vitro de la Materia Seca (DIVMS)*

Para el caso de digestibilidad de la materia seca de cada tratamiento (DIVMS) no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos (cuadro 1), se observan valores muy similares en la digestibilidad (T1, T2 y T3), la alfalfa hidropónica que recibió riego a base de pura agua, obtuvo a las 72 h un 83.22%, seguida por alfalfa hidropónica regada con solución nutritiva (lombricomposta) que registro una digestibilidad de 84.36%. El tratamiento con solución nutritiva (algaenzym) registro 86.43% de digestibilidad. Estos resultados son superiores a los reportados por Cruz (2008), que fueron de 50.94% 58.29% en FVH de alfalfa, y Valdivia (1997), cuyos valores fueron de 45.0% a 60.0% de digestibilidad de forraje hidropónico de alfalfa. Así mismo, Euzárraga y García (1988) reportan valores muy cercanos

con respecto a los valores antes mencionados 57.5 a 84.1 % de DIVMS en el heno de alfalfa. De igual manera Sánchez *et al.* (1994) encontraron un comportamiento semejante al evaluar heno de alfalfa, rastrojo de maíz y ensilaje de maíz, cuyos valores fueron 61.1, 50.7 y 38.5 % DIVMS. Siendo estos resultados inferiores a los que se encontraron en este trabajo. Cuervo (2004), reportó valores de 79.08% para la digestibilidad de cebada y 78.96% para maíz, en condiciones de hidroponía. En cuanto a los tiempos de incubación solo se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre el tiempo 0 y el resto de los tiempos de incubación, sin embargo la DIVMS no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. De acuerdo a los resultados obtenidos se considera que la solución nutritiva utilizada en cada tratamiento, no influyó la DIVMS.

**Cuadro 1.** Digestibilidad *in vitro* (%) de la Materia Seca (DIVMS) de alfalfa hidropónica con diferentes soluciones nutritivas a diferentes tiempos de incubación.

Tiempo de incubación (h)	T1 (Agua)	T2 (Algaenzimas)	T3 (Lombricomposta)
0	15.85 <sup>b</sup>	14.24 <sup>b</sup>	16.82 <sup>b</sup>
12	73.21 <sup>a</sup>	75.06 <sup>a</sup>	78.69 <sup>a</sup>
24	80.41 <sup>a</sup>	83.82 <sup>a</sup>	81.44 <sup>a</sup>
48	79.07 <sup>a</sup>	82.82 <sup>a</sup>	78.32 <sup>a</sup>
72	83.22 <sup>a</sup>	86.43 <sup>a</sup>	84.36 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Valores con la misma literal en líneas y columnas son iguales ( $p > 0.05$ )

#### *Digestibilidad in vitro de Proteína Cruda (DIVPC)*

Esta variable, no mostró diferencia ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos, lo que refleja que la DIVPC fue muy semejante entre ellos. Sin embargo se puede apreciar una ligera tendencia al aumento de la digestión de PC del forraje conforme se incrementa el tiempo de incubación. El mayor porcentaje de digestibilidad en los tres tratamientos se registro a las 72 h de incubación. Estos resultados son superiores a los reportados por Núñez (2000), en la cual se menciona una digestibilidad *in vitro* de alfalfa en verde, ensilado y heno de 79.5, 74.1 y 71.7 %. Los resultados encontrados son superiores a los encontrados por Tarillo (1999), el cual encontró una digestibilidad de 65 % en FVH de alfalfa y 60% en maíz chala, pero similares a los reportados por Sepúlveda (1994), cuyo valor fue de 81.6%.

**Cuadro 2.** Digestibilidad *in vitro* (%) de Proteína Cruda (DIVPC) de alfalfa hidropónica con diferentes soluciones nutritivas a diferentes tiempos de incubación.

Tiempo de incubación (hr)	T1 (Agua)	T2 (Algaenzims)	T3 (Lombricomposta)
0	16.00 <sup>b</sup>	14.87 <sup>b</sup>	14.05 <sup>b</sup>
12	85.75 <sup>a</sup>	84.06 <sup>a</sup>	84.69 <sup>a</sup>
24	89.06 <sup>a</sup>	86.50 <sup>a</sup>	85.06 <sup>a</sup>
48	88.87 <sup>a</sup>	89.69 <sup>a</sup>	86.31 <sup>a</sup>
72	89.25 <sup>a</sup>	89.37 <sup>a</sup>	88.69 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Valores con la misma literal en líneas y columnas son iguales ( $p > 0.05$ )

#### *Digestibilidad in vitro de Fibra Detergente Neutro (FDN)*

Al analizar los resultados de la variable de Fibra Detergente Neutro (FDN) en términos de digestibilidad de las paredes celulares del forraje hidropónico de alfalfa tratado a base de agua (testigo), el análisis estadístico no mostró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos. Los resultados son semejantes a los citados por Gopar (2001), cuyos valores

fueron 62.67 % y 72.5 % de DIVFDN en especies del genero opuntia (*O. imbricata* y *O. lindheimeri* var. *subarmata*).

**Cuadro 3.** Digestibilidad *in vitro* (%) de Fibra Detergente Neutro (DIVFDN) de alfalfa hidropónica con diferentes soluciones nutritivas a diferentes tiempos de incubación.

Tiempo de incubación (h)	T1 (Agua)	T2 (Algaenzims)	T3 (Lombricomposta)
0	19.58 <sup>b</sup>	15.44 <sup>b</sup>	16.48 <sup>b</sup>
12	71.14 <sup>a</sup>	65.08 <sup>a</sup>	68.96 <sup>a</sup>
24	84.14 <sup>a</sup>	85.80 <sup>a</sup>	71.48 <sup>a</sup>
48	77.80 <sup>a</sup>	66.38 <sup>a</sup>	76.37 <sup>a</sup>
72	84.72 <sup>a</sup>	87.34 <sup>a</sup>	82.38 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Valores con la misma literal en líneas y columnas son iguales ( $p > 0.05$ )

Se puede observar la tendencia al aumento de digestibilidad de FDN del forraje conforme incrementa el tiempo de incubación registrándose una ligera declinación a las 48 h, el mayor porcentaje se obtuvo a las 72 h. Los resultados son mayores a los reportados por Fisher *et al.* (1989) cuyos valores para digestibilidad *in vitro* de Fibra Detergente Neutro (FDN) en alfalfa (cultivo tradicional) fueron de 18.7%, avena 30.4%, rye gras 30.6% y sorgo 42.1%; pero estos son muy aproximados a los citados por Cruz (1999) quien reportó para heno de alfalfa (68.96%), ensilado de maíz (71.44%) y paja de sorgo (47.56%), de DIVFDN. Sin embargo son semejantes a los citados por Núñez (2000), el cual reporto 79.6% y 82.8% en variedades normales y de alta calidad (HQ) de alfalfa bajo cultivo tradicional.

## Conclusiones

La solución nutritiva tanto algaenzims como lombricomposta para ambos tratamientos no influyeron en el incremento de digestibilidad de FVH de alfalfa tal como se planteo en la hipótesis, obteniéndose porcentajes iguales en la digestibilidad *in vitro* de materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro, incluyendo el tratamiento uno. La lombricomposta tuvo mayor efecto en la DIVPC; en comparación con el algaenzims, sin embargo, los valores obtenidos en la digestibilidad de la proteína cruda (PC) en los cinco tiempos de incubación de cada tratamiento son buenos, posiblemente están influenciados por tener menor contenido de fibra para este FVH, razón por lo cual repercute en la digestibilidad de los forrajes, siendo más degradada la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) por la flora microbiana del rumen, por ello se considera de gran importancia el cultivo hidropónico porque su periodo de cosecha es muy corto, logra alcanzar una digestibilidad muy alta y satisfactoria para el consumo de rumiantes.

Para la digestibilidad de Fibra detergente neutro (FDN) sucedió lo contrario al efecto de la lombricomposta, habiendo un promedio mayor de digestibilidad con algaenzims, con esto se puede argumentar que quizás no obtengan mayor digestibilidad con dichas soluciones pero si aceleran el crecimiento de las plantas y las mantienen saludables. En cuanto a la digestibilidad *in vitro* de la MS, los resultados obtenidos en este trabajo indican que con esta técnica se puede obtener información aceptable y semejante a los obtenidos con métodos tradicionales. La DIVPC de alfalfa hidropónica en los cinco tiempos de incubación (0, 12, 24, 48 y 72 h) de cada tratamiento, presento una estrecha relación en cuanto a degradabilidad ruminal, sin importar el efecto de solución nutritiva aplicada en los FVH de alfalfa, ya que todos los resultados son muy semejantes. El FVH de alfalfa de los tratamientos (T1, T2 y T3), presentan una degradabilidad ruminal de las paredes celulares más rápida y mayor

digestibilidad durante los tiempos de incubación (0, 12, 24, 48 y 72 h), en comparación con la PC, por lo que se considera que la DIVFDN también tiene entre sí una estrecha relación, esto posiblemente debido a su menor contenido de lignina y bajo contenido de FDN. Por lo anterior, se concluye que la producción de forraje verde hidropónico es una alternativa viable para la producción de forraje fresco, con buena calidad nutritiva y alta digestibilidad. Es indistinto regar la hidroponía de alfalfa con: agua, solución de algaenzims o lombricomposta desde la siembra hasta 15 d de germinación para la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutro.

## Literatura Citada

- Casado, V., 2005.** Boletín Informativo Proyecto Ganadero No 1. Centro Regional Chaco-Formosa, EEA INTA Las Breñas, Argentina. 4 p.
- Cruz, C. N., 2008.** Digestibilidad *in vitro* y Valor Nutritivo de Tres Variedades de Alfalfa (*Medicago sativa*) en Hidroponía. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 61 p.
- Cruz, R. C., 1999.** Tasa de Degradación *In vitro* de la Fibra de Algunos Forrajes de Uso Común. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 40
- Cuervo, P. E., 2004.** Evaluación de Producción y Calidad de Forraje Verde Hidropónico en Maíz, Cebada y Trigo Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 77 p.
- De Blas, C., G.G. Mateos y P.G<sup>a</sup>. Rebollar., 2003.** Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2<sup>a</sup> ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp. Consultado en: <http://www.etsia.upm.es/fedna/fibra/alfalfamix.htm>. En 25/01/2009.
- Euzárraga, V. P. y R. García C., 1988.** Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca y Materia Orgánica por las Técnicas de Tilley y Terry (1963) y la Modificación de Tilley y Terry por Barnes (1969). Segunda Reunión Bianual de Nutrición Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pp.47-52.
- Fisher D. S., J.C. Burns and K. R. Pond., 1989.** Kinetics of *in vitro* Cell-Wall Disappearance and *in vivo* Digestion. *Agronomy Journal*. 81: 25-33.
- Flores, M. J. A., 1980.** Bromatología Animal. 2<sup>a</sup> edición. Ed. Limusa, S. A. México. 930 p.
- Gopar, E. E. A., 2001.** Tasa de Degradación *In Vitro* de la Fibra de Algunas Especies del Género *Opuntia*, Cosechadas en Primavera. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 52 p.
- Herrera, A. A. M., A. L. A Depablos, López M. R., Benezra S. M. A. y A. L. Ríos., 2007.** Degradabilidad y Digestibilidad de la Materia Seca del Forraje Hidropónico de Maíz (*Zea mays*). *Respuesta Animal en Términos de Consumo y Ganancia de Peso*. vol.17, No.4, p.372-379.
- Mendoza, H. J. M., 1983.** Boletín meteorológico para la Zona de Influencia de la Universidad autónoma Agraria Antonio Narro. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Pp. 1-5.
- Morrison, F. B., 1963.** Compendio de Alimentación del Ganado. Ed. Hispano Americana, México. 721p.
- Núñez, H. G., 2000.** Producción y Utilización de la Alfalfa en la Zona Norte de México. Métodos de Conservación de Alfalfa. Valor Nutritivo de la Alfalfa. Libro Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC), Campo Experimental la Laguna (CELALA). Torreón, México. 102 p.

- Olivares, S. E., 1994.** Paquete de Diseños Experimentales FAUANL, Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.
- Pérez, L., 2000** Obtención de Forraje y alimento para avestruz por medio de Hidroponía Trabajo presentado en el curso de Química Experimental impartido en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Rivas J. M. A., C. López C., G. A. Hernández y P. J. Pérez., 2003.** Plan de Manejo Óptimo de Cosecha de la Alfalfa. Primer encuentro de Investigación y transferencia de tecnología del Sector Agropecuario en el Estado de Puebla. Memorias. Puebla, Puebla. Consultado en: [http://www.engormix.com/s\\_articles\\_view.asp?art=1218&AREA=AGR](http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=1218&AREA=AGR) en 23/01/2009
- Rodríguez, M., 2003.** Producción de Forraje verde. Facultad de Zootecnia Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.
- Rodríguez, S. A. C., 2003,** Forraje Verde Hidropónico, Ed. Diana, 1ª edición, México, 113
- Sánchez, A.M. A., R. García C., y R. Morones R., 1994.** Comparación de la digestibilidad *in vitro* con Líquido Ruminal de un Animal Dietado y sin Dietar a Diferentes Tiempos de Ayuno. V Reunión Bienal de Nutrición Animal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 127 – 132.
- Sepúlveda, R., 1994.** Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico. Santiago, Chile.
- Tarillo, O. H., 1999.** Utilización del Forraje Verde Hidropónico de Cebada, Alfalfa en Pellets y en Heno, como Forraje en la Alimentación de Terneros Holstein en Lactación. Tesis : Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. Consultado en: <http://www.zoetecnocampo.com/> en 28/04/2009.
- Tilley, J. M. A. and R. A. Terry., 1963.** A Two Stage Technique for the *In vitro* Digestion of Forage Crops. J. Brit. Grassld. Soc. 18:104-111.
- Valdivia, B. E., 1996.** Producción de Forraje Verde Hidropónico. Curso Taller Internacional de Hidroponía. 25-29 Marzo. Lima Perú. Pp. 1-12.
- Valdivia, B. E., 1997.** Producción de Forraje Verde Hidropónico. Conferencia Internacional en Hidroponía Comercial. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. Consultado en: <http://www.lamolina.com> en 28/04/2009.