

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



“DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO
PROVENIENTE DE AVENA EN LAS CONDICIONES DE LA
COMARCA LAGUNERA”.

POR:

ALEJANDRO VALDEZ DIAZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREON, COAHUILA, MEXICO

JUNIO 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA



**"Digestibilidad *in vivo* de forraje verde hidropónico
proveniente de avena en las condiciones
de la Comarca Lagunera".**

POR

ALEJANDRO VALDEZ DIAZ

TESIS

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA

Dr. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
Regional de Ciencia Animal



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2013



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



TESIS

POR

ALEJANDRO VALDEZ DÍAZ

"Digestibilidad *in vivo* de forraje verde hidropónico proveniente de avena en las condiciones de la Comarca Lagunera".

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

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Dr. FERNANDO ULISES ADAME DE LEÓN

PRESIDENTE

PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE

VOCAL

M.V.Z JESÚS GAETA COVARRUBIAS

VOCAL

M.V.Z RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2013

DEDICATORIAS

A MIS PADRES. Mario Valdez Marín y Margarita Díaz de la Torre que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, gracias papa y mama por apoyarme a estudiar y obtener una carrera, gracias por creer en mí , aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, los quiero con todo mi corazón.

A MIS HERMANOS. Gerardo Valdez Díaz y Mario Valdez Díaz Por haberme brindado su apoyo incondicional, su amor y tantos momentos de felicidad que se quedaran grabados en mi mente y corazón. Por ser un ejemplo digno para esta nación y haber mostrado valor ante la adversidad.

A TODOS MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS Por haber compartido momentos de dicha y tristeza, por haber sido una familia cuando me encontraba lejos de mi hogar, y brindarme todo su apoyo incondicionalmente.

A MI NOVIA y FUTURA ESPOSA. Diana Bruno Salazar Por ser siempre el apoyo y la fuerza que me motiva a seguir adelante, por su paciencia y ternura y sobre todo por ese amor tan grande.

A DIOS. Que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa

AGRADECIMIENTOS

A DIOS. Por haberme permitido la existencia y la fortuna de tener unos padres tan amorosos y valientes, y dos hermanos que siempre están presentes en mi corazón, por todos los buenos y malos momentos porque gracias a todo ello he aprendido a ser una persona sensible y fuerte a la vez. Y por permitirme tener la dicha de culminar mi carrera.

A MIS PADRES. A quienes amo y les agradezco todos sus desvelos, sus esfuerzos y la lucha incesante del día a día, quienes jamás se dieron por vencidos y supieron brindarnos lo mejor para mí y mis hermanos, que siempre le estaremos agradecidos y muy orgullosos por tener estos padres

A MI UNIVERSIDAD. A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haber sido mi hogar en estos cinco años y haberme brindado la oportunidad de instruirme y formar parte de esta noble universidad que ha hecho de mí un ciudadano útil para la sociedad. A TODOS MIS MAESTROS Que gracias a sus conocimientos me guiaron por el camino correcto, y por su dedicación y esmero por formar profesionistas y personas de bien. A mis maestros a quienes admiro y respeto infinitamente.

A MI ASESOR Y SINODALES. Dr. Fernando Ulises Adame de León (Asesor Principal), el Dr. Juan David Hernández Bustamante, quienes me guiaron en la elaboración de mi tesis.

INDICE GENERAL

	Paginas
Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
1. Introducción.....	1
2. Justificación.....	2
3. Objetivos.....	3
4. Hipótesis.....	3
5. Justificación.....	3
6. Revisión de literatura.....	3
6.1 Digestibilidad.....	3
6.2 Cinética de digestión.....	4
6.3 Métodos de digestibilidad.....	4
6.4 Técnica in situ.....	5
6.5 Digestibilidad in situ.....	6
6.6 Hidroponia.....	6
6.7 Generalidades de forraje verde hidropónico.....	7
6.8 Antecedentes de forraje verde hidropónico.....	8
6.9 Métodos de producción.....	9
6.10 Ventajas del forraje verde hidropónico.....	9
6.11 Desventajas del forraje verde hidropónico.....	11
7. Materiales y métodos.....	12
8. Resultados.....	13
9. Conclusión.....	19
10. Literatura citada.....	20

INDICE DE CUADROS

	Pagina
1: porcentaje de digestibilidad de MS, PC y cenizas de forraje verde.....	15
2: porcentaje de digestibilidad de MS, PC y cenizas de forraje henificado.....	17

INDICE DE FIGURAS

	pagina
1: ubicación de las instalaciones (UAAAN).....	15
2: porcentajes de digestibilidad de MS de forraje verde.....	16
3: porcentajes de digestibilidad de cenizas de forraje verde.....	16
4: porcentajes de digestibilidad de PC de forraje verde.....	17
5: porcentajes de digestibilidad de MS de forraje henificado.....	18
6: porcentajes de digestibilidad de cenizas de forraje henificado.....	18
7: porcentajes de digestibilidad de PC de forraje henificado.....	19

RESUMEN

Se determinó la digestibilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y cenizas de FVH de avena en su forma verde y henificada.

Se utilizó un becerro Holstein dotado de cánula ruminal permanente, en las que se incubaron en tiempos de 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 72 horas tres bolsas de nylon de aproximadamente 80 gm de muestra. Al terminar el periodo de incubación de 72 h en el FVH en su forma verde se detectó una digestibilidad del 63.7 % también se puede observar durante la hora 0 una digestibilidad de .21 % y una digestibilidad de 7.8 % en la hora 4.

Se observó en el FVH Henificado una digestibilidad del 57 % al terminar el periodo de incubación de 72 h siendo la digestibilidad del .17 % en la h 0 mostrando un aumento gradual conforme aumenta las h de incubación.

PALABRAS CLAVE: Forraje verde hidropónico, digestibilidad en bovinos, proteína cruda, materia seca, materia orgánica y cenizas.

INTRODUCCIÓN

la producción pecuaria en la actualidad, requiere de la utilización eficiente de cada uno de los factores de la producción, y dentro de cada sistema de producción el funcionamiento adecuado de cada uno de sus componentes, entre ellos uno de los más importantes es la alimentación animal, por ser la clave del éxito o fracaso de las explotaciones pecuarias, y representa un verdadero reto el determinar el mejor método de alimentación dependiendo de la especie animal y el tipo de explotación utilizada.

Una alternativa importante de alimento para los actuales sistemas semi-intensivos e intensivos de la producción pecuaria es el forraje verde hidropónico que es el resultado de utilizar el poder germinativo de los (cebada, maíz, trigo, avena, etc.) en el cual se liberan todos los nutrientes del grano para permitir que la planta crezca; al estar todos los nutrientes liberados, estos están inmediatamente disponibles y digeribles para que los animales lo consuman, aprovechando de nutrientes básicos necesarios, para un crecimiento y desarrollo eficientes en las especies zootécnicas.

Por otro lado los altos costos de concentrados y forrajes en general, hacen que la rentabilidad de la producción sea baja, por lo que es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que permitan disminuir los costos de alimentación y mejorar el performance productivo, para de esta manera ser eficientes dentro de un mundo cada día más competitivo, por lo cual en la presente investigación, se ha considerado al forraje verde hidropónico como una alternativa alimenticia en la producción pecuaria.

Cada vez son más frecuentes las pérdidas de ganado a causa de la falta de forrajes y granos para su alimentación. En los últimos años los factores climáticos afectan la producción de estos forrajes y granos, teniendo como resultado una reducción en la producción del ganadero y haciéndose prácticamente imposible el sostén de estos.

Estos efectos adversos son cada vez más comunes consecuencia de la variabilidad climática, Contaminación y calentamiento global. En otras situaciones son las regiones áridas y semiáridas donde la escasez del agua es más notable y en zonas del centro del país por una parte las inundaciones y por otra parte las fuertes heladas que hacen imposible la producción de forrajes a campo abierto, y más enfocado a pequeños productores ganaderos que escasean de estos recursos.

Hoy en día se sabe que es posible cultivar en climas adverso dentro de invernaderos y que también es posible producir sin la necesidad de suelo a través de la técnica de cultivo sin suelo llamado hidroponía. Pero el agua ha sido y será siempre un factor limitante precisamente una de las ventajas de cultivo sin suelo es el ahorro significativo de agua, además de que resulta una manera segura de producir forraje sin riesgo de pérdida por sequía, heladas, o inundaciones.

Ante el problema de escasez de forraje, se sugiere como una alternativa válida la implementación de un sistema de producción de forraje verde hidropónico.

El forraje verde hidropónico consiste en la germinación de granos o semilla y su posterior crecimiento sin la necesidad de suelo para crecimiento de granos o semillas, debido a su gran digestibilidad y calidad nutricional es una alternativa para alimentación de animales domésticos (Equinos, bovinos, ovinos, caprinos, conejos, cueros y porcinos), principalmente en periodo de seca.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es realizada con la finalidad de determinar algunos parámetros nutricionales como la digestibilidad de FVH de avena. Ya que los altos costos o escases de forraje hacen necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que permitan disminuir los costos de alimentación y mejorar el performance productivo, para de esta manera ser eficientes dentro de un mundo cada día mas competitivo, por lo cual en la presente investigación, se ha considerado al forraje verde

hidropónico como una alternativa alimenticia en la producción pecuaria ya que es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo .

OBJETIVO

- Evaluar la digestibilidad *in situ* de la materia seca, proteína cruda y cenizas de forraje verde hidropónico de avena en el ganado bovino mediante la técnica de bolsa de nylon en rumen

HIPOTESIS

La digestibilidad del forraje verde hidropónico por ser un cultivo tierno y de baja fibra, será al menos de un 70 %.

REVISIÓN DE LITERATURA

DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad de un alimento determina el porcentaje de sustancias no digeridas que debe ser eliminado del tracto digestivo (Orskov, 1990).

La digestión de los rumiantes es un proceso complejo que involucra múltiples interacciones entre la dieta, los microorganismos ruminales y el hospedero (Sangines, 2001).

Los procesos de digestión y pasaje pueden ser descritos por modelos compartimentales en los cuales cada compartimiento representa un proceso distinto. Diferentes modelos han sido propuestos para describir la digestión y pasaje de los alimentos en los rumiantes. En estos modelos, el alimento desaparece del rumen por degradación y absorción o por tránsito a tracto digestivo

posterior apareciendo finalmente en las heces. La proporción de nutrientes que están disponibles para el rumiante varía en función de la competencia entre las tasas de degradación y pasaje (Rosero y Posada, 2007).

Una segunda generación de métodos fue desarrollada incorporando las estimativas de la cinética de degradación en el retículo-rumen. Estas estimativas fueron realizadas a través de la técnica *in situ* o a través de la técnica de producción de gas (Rosero y Posada, 2007).

Estos métodos son ampliamente utilizados para estimar el valor energético y proteico de los alimentos para rumiantes, su potencial de ingestión y la presencia de factores anti nutricionales (Rosero y Posada, 2007).

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de digestión de proteína, materia seca o de las paredes celulares por ser los más apropiados para ello, ya que se puede medir la tasa intrínseca o inherente y el grado de digestión del alimento, en donde la digestibilidad es proporcional a la concentración de sustrato (Sanjinés, 2001).

CINÉTICA DE DIGESTIÓN

La cinética de digestión es importante porque con ella se determina la proporción de nutrimentos consumidos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal, además de no describir solo la digestión, sino que caracteriza las propiedades intrínsecas de los alimentos que limitan su disponibilidad para los animales a partir de modelos desarrollados con base en principios biológicos, clasificando a los alimentos en fácilmente digestibles, de digestión lenta o en indigestibles (Sanjinés, 2001).

MÉTODOS DE DIGESTIBILIDAD

Las pruebas de digestibilidad se utilizan para estimar el valor nutritivo de los alimentos, estas se han mejorado desde las primeras ideas en 1725, cuando los alimentos para rumiantes eran evaluados como unidades de paja. Inicialmente, las técnicas fueron diseñadas para caracterizar el valor nutritivo más que para

predecir la producción de los animales. La mejoría de los métodos de evaluación de alimentos tiene que seguir los nuevos conceptos de la química y la fisiología animal, así como los nuevos conocimientos de la microbiología del rumen (Pedraza, 2001).

El desarrollo futuro de los sistemas de evaluación debe incorporar nueva información de la relación entre los productos finales de la digestión y la producción de los animales, así como información del metabolismo animal y microbiano, la composición de los alimentos y el efecto de los factores de la utilización de alimentos. Un adecuado análisis dietético de cualquier tipo necesita que los métodos empleados identifiquen los componentes químicos con la clasificación nutritiva (Pedraza, 2001).

Las pruebas de digestibilidad según Sanjinés (2001) son:

- Prueba de Digestibilidad *in vivo*
- Prueba de digestibilidad *in vitro*
- Prueba de Digestibilidad *in situ*

TÉCNICA *in situ*

La técnica de las bolsas en rumen o *in situ* es posiblemente el método más utilizado, a pesar de que se le ha señalado algunos inconvenientes (Pedraza, 2001)

La técnica *in situ* ofrece la posibilidad de estudiar la degradación ruminal de los alimentos a través de la utilización de bolsas de nylon suspendidas en el rumen.

Esta técnica ha sido adoptada por el AFRC como método estándar para caracterizar la degradabilidad ruminal de nitrógeno.

Esta técnica ha sido escogida debido a su gran aproximación a los resultados *in vivo*. Este método también puede ser usado para describir las características de degradación de los componentes estructurales del forraje (Rosero, 2007).

El método *in sacco*, también denominado de la bolsa de nylon o *in situ*, tiene como objeto fundamentalmente medir la desaparición de materia seca y orgánica, el nitrógeno u otro nutriente de los alimentos sometidos al efecto del ambiente ruminal; para ello los alimentos son colocados en bolsas que se incuban en el rumen, a través de una cánula permanente en el saco dorsal de este órgano (Pedraza, 2001).

Durante el proceso de incubación existe un periodo donde ninguna o una reducida degradación del alimento ocurre, que es conocido como tiempo de colonización. De acuerdo con Allen y Mertens, citado por Rosero (2007); este tiempo de colonización es específico para cada alimento y representa el tiempo necesario para la hidratación del sustrato y la alteración física o química de la fibra que puede ser requerida antes de que las bacterias colonicen el sustrato y se inicie la actividad enzimática (Rosero y Posada, 2007).

DIGESTIBILIDAD *IN SITU*

La técnica de degradación ruminal *in situ*, mediante el uso de bolsa de nylon, se emplea frecuentemente en la evaluación de alimento para rumiantes. El método tiene la ventaja de ser rápido, sencillo y económico. La muestra es sometida a una ambiente ruminal real, por lo que el proceso de degradación será similar al esperado en la realidad (*in vivo*) (Ayala y Rosado, 2003).

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de digestión de proteína, materia seca o de las paredes celulares por ser los más apropiados para ello, ya que se pueden medir efectos combinados del alimento, del animal, siendo el objetivo fundamental medir la tasa intrínseca o inherente y el grado de digestión del alimento, en donde la digestibilidad es proporcional a la concentración sustrato (Sangines, 2000).

HIDROPONÍA

El término “hidroponía” tiene su origen en las palabras griegas “hidro” que significa agua y “ponos” que significa trabajo. O sea “trabajo en agua”.

La hidroponía es el arte de cultivar plantas sin usar suelo agrícola

Son cultivos sin suelo, este es reemplazado por un sustrato inerte donde los nutrientes (el alimento) que necesita la planta para vivir y producir son entregados en el riego.

En un sistema hidropónico se puede cultivar todo tipo de plantas como por ejemplo, hortalizas, flores, pasto para forraje, plantas ornamentales, plantas medicinales y hasta cactus. (<http://www.forraje hidropónico.com> 2002).

El forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales, como la cebada, el trigo, la avena, el maíz, el sorgo. El cual se desarrolla en un periodo de 10 a 12 días, captando energía del sol y asimilando los minerales contenidos en una solución nutritiva.

El forraje hidropónico es totalmente diferente a los alimentos tradicionales (pastos, alfalfas, tréboles, henos), ya que el animal consume las primeras hojas verdes (parte aérea), los restos de la semilla y la zona radicular, que constituyen una completa formula de carbohidratos, azúcares y proteínas. (Samperio, G 1997).

GENERALIDADES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

La producción de germinados está considerado como un sistema hidropónico, debido a que esta se realiza sin suelo, lo que permite producir a partir de semillas colocadas en bandejas. Es una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100%, con una digestibilidad de 85 % a 90 %, higiénico y libre de contaminaciones. Este sistema hidropónico, está considerado como un concepto nuevo de producción, ya que para ello, no se requieren grandes extensiones de tierra, periodos largos de producción, ni formas de conservación y almacenamiento.

Se deben tener semillas para el cultivo de los forrajes, libres de pesticidas, hongos y bacterias perjudiciales. Las semillas certificadas son muy caras y tienen agregados de sustancias químicas que pueden no ser aptas para este cultivo de forrajes.

El proceso se realiza en recipientes planos por un lapso no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 4 a 5 centímetros. A partir de este momento se continúan los riegos con una solución nutritiva al cual tiene como finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto de alimento concentrado. (Lomeli-Zuñiga, 2000).

ANTECEDENTES DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

EL F.V.H. es un sistema de producción de biomasa vegetal higiénico y de alta calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15) días, en cualquier época del año localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología del F.V.H. es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje a partir de especies para el cultivo forrajero tradicional.

Dentro del contexto anterior, el F.V.H. representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de cordero, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos de carrera; conejos, pollos, gallinas ponedoras patos y cuyes, entre otros animales domésticos y especialmente útil durante periodos de escasez de forraje verde.

La producción de forraje verde hidropónico (FVH) es tan solo una de las derivaciones prácticas que tienen el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizo los primeros experimentos de cultivo en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodwar produjo germinaciones

de grano utilizando agua de diferentes orígenes y comparo diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición de forraje resultante.

Se produce bajo la técnica del cultivo sin suelo en invernadero, que permite el control del gasto de agua y de todos los elementos del micro-clima para poder producirlo aún en condiciones adversas de clima. Sirve para producir cereales y gramíneas.

Puede sustituir por completo o en gran parte el alimento procesado para animales y es económico y fácil de producir (Sánchez, 2001).

MÉTODOS DE PRODUCCIÓN.

El proceso se realiza en recipientes planos y por un lapso de tiempo no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 3 a 4 centímetros. A partir de ese momento se continúan los riegos con una solución nutritiva la cual tiene por finalidad aportar los elementos químicos necesarios (especialmente el nitrógeno) necesarios para el óptimo crecimiento del forraje, así como también el de otorgarle, entre otras características, su alta palatabilidad, buena digestibilidad y excelente sustituto del alimento concentrado (Less, 1983; Hidalgo, 1985; Morales, 1987).

VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.

Entre las ventajas que presenta el forraje verde hidropónico se puede decir que: permite un suministro constante durante todo el año, se puede emplear terrenos marginales, se reduce el desperdicio de agua, se obtiene una fuente alternativa de alto valor nutricional, es completamente natural por lo que hay una menor incidencia de enfermedades, se puede dar un aumento en la fertilidad y la producción de leche.

Ahorro de agua. En el sistema de producción de F.V.H. las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas

Al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kilo de F.V.H. requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18% (Sánchez, 1997; Lomelí Zúñiga, 2000; Rodríguez, S. 2000). Eficiencia en el uso del espacio. El sistema de producción de F.V.H. puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil.

Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de F.V.H. apto para alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por estrategia de manejo interno de los establecimientos, la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12.

Aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del F.V.H (Arano, 1998).

Calidad del forraje para los animales. El F.V.H. es un succulento forraje verde de aproximadamente 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento) y de plena aptitud comestible para nuestros animales (Less, citado por Pérez, 1987).

Su alto valor nutritivo lo obtiene debido a la germinación de los granos (Arano, citado por Resh, 1982; Chen, Chen, Wells y Fordham, citados por Bravo, 1988). En general el grano contiene una energía digestible algo superior (3.300 Kcal/kg) que el F.V.H. (3.200 Kcal/kg). Sin embargo los valores reportados de energía digestible en F.V.H. son ampliamente variables (Pérez, 1987). Inocuidad. El F.V.H. producido representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del F.V.H. los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y

absorción. Tal es el caso de un hongo denominado comúnmente “cornezuelo” que aparece usualmente en el centeno, el cual cuando es ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágica consecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre. Asimismo en vacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para la elaboración de quesos, artesanales fundamentalmente

Diversificación e intensificación de las actividades productivas. El uso del F.V.H. posibilita intensificar y diversificar el uso de la tierra. Se estima que 170 metros cuadrados de instalaciones con bandejas modulares en 4 pisos para F.V.H., equivalen a la producción convencional de 5 Has. de forraje convencional de corte que pueden ser destinadas a la producción alternativa en otros rubros o para rotación de largo plazo. (Sánchez, 1997).

DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.

Desinformación y sobrevaloración de la tecnología. Proyectos de F.V.H. preconcebidos como “llave en mano” son vendidos a productores sin conocer exactamente las exigencias del sistema, la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de nutrientes y de agua, óptimas condiciones de luz, temperatura, humedad ambiente.

Innumerables de estos proyectos han sufrido significativos fracasos por no haberse accedido a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. Asimismo el F.V.H. es una actividad continua y exigente en cuidados lo que implica un compromiso concreto del productor. La falta de conocimientos e información simple y directa, se transforma en desventaja, al igual que en el caso de la tecnología de hidroponía familiar.

Costo de instalación elevado una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado que utilizando

estructuras de invernaderos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados. (Sánchez, 1996, 1997).

MATERIALES Y METODOS.

Para lograr el objetivo planeado en esta investigación fueron utilizados los siguientes materiales:

- Bovino con fistula ruminal
- Cánula ruminal neumática permanente
- Bolsas de nylon
- Aros de metal
- Ligas
- Ancla con contrapeso
- 21 muestras de forraje verde hidropónico
- Estufa de aire caliente
- Balanza analítica
- Alfalfa henificada como dieta del bovino
- Estufa a temperatura de 100 c
- Recipientes de aluminio de diámetro mínimo de 50 mm y 40 mm de profundidad
- Desecador
- Pinzas de metal
- Mufla
- Crisoles
- Matraz micro-kjeldahl
- Matraz Erlenmeyer de 125 ml
- Probeta de 25 ml
- titulador automático
- Block digestor
- Aparato de destilación por arrastre de vapor

MÉTODOS

En la realización del experimento, fue utilizado un bovino de la raza Holstein con un peso de aproximadamente de 300 kg, con una fistula ruminal y una cánula fija permanentemente. El cual se encontraba estabulado en un corral tubular de 5 x 8 metros y contaba con una trampa, comedero, con piso de tierra y sombra que abarcaba la mitad del corral.

Durante el desarrollo de la investigación la dieta ofrecida consistió en alfalfa henificada, con horario de alimentación por la mañana de 9:00 horas y por la tarde a las 19:00 en una proporción de 4 kg de dicho forraje.

El consumo de agua fue a libre acceso, ya que el bebedero se encontraba dentro del corral, con una fluidez constante.

Para la incubación de la muestra, se usaron bolsas de nylon con un tamaño estándar de 8 cm de largo por 5 cm de ancho, y con tamaño de poros de 43 μm . Todas las bolsa fueron lavadas individualmente, con agua a chorro con el propósito de eliminar materia contaminante, fueron secadas en una estufa a 70 C durante 12 horas con la finalidad de evitar errores en la estimación del peso de las bolsas antes de incubar.

En cada bolsa previa identificación se colocaron muestras de forraje de aproximadamente 80 g. las bolsas fueron sujetadas mediante el uso de ligas y aros de metal individualmente, a una ancla de 60 cm de largo con contrapeso en la cual se sujetaron 21 bolsas permitiendo el movimiento de estas en el interior del rumen.

Para realizar la colocación de muestras se utilizó la técnica de digestibilidad *in situ* con periodos de incubación de: 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 72 horas postprandial, de acuerdo con el método de Orskov y McDonald (1979).

Al finalizar el periodo de incubación las bolsas en los tiempos correspondientes fueron retiradas y lavadas con agua a chorro, hasta obtener un líquido claro.

La técnica *in situ* ofrece la posibilidad de estudiar la degradabilidad ruminal de los alimentos a través de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Este método también puede ser usado para describir las características de degradación de los componentes estructurales del forraje (Rosro y Posa, 2001).

MATERIA SECA de acuerdo a A.O.A.C. (1995)

DETERMINACIÓN DE CENIZAS de acuerdo a A.O.A.C. 1995

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA (Rosro y Posa, 2001).

LOCALIZACIÓN

El experimento se realizó en las instalaciones del departamento de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en las coordenadas latitud Norte 26° 23', longitud oeste 104° 47'; ubicada en Periférico y carretera Santa Fe en el municipio de Torreón Coahuila, México.

El trabajo de laboratorio se realizó en las instalaciones de la UAAAN en el laboratorio de bromatología.

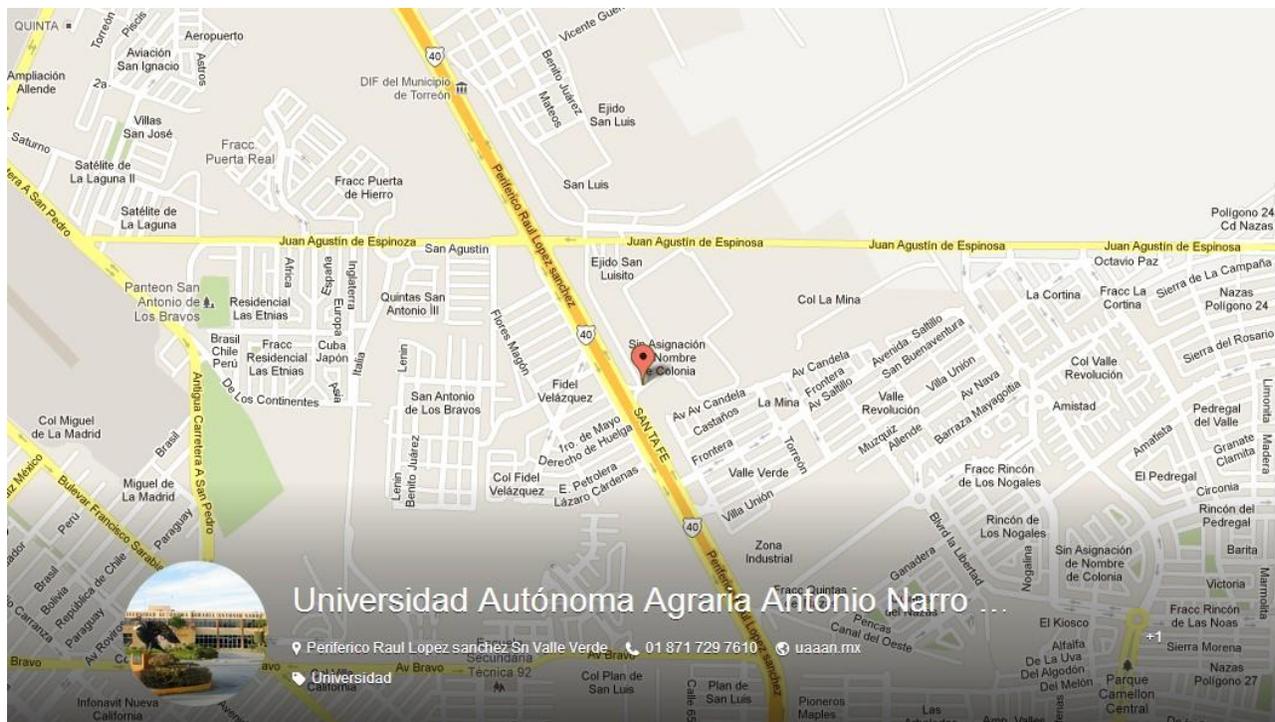


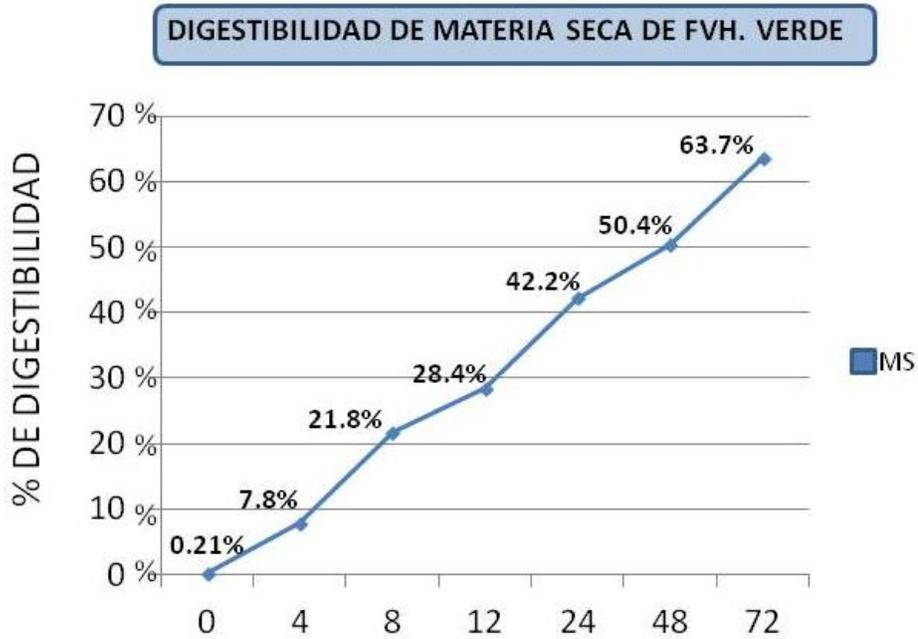
Figura 1: Ubicación de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria

RESULTADOS

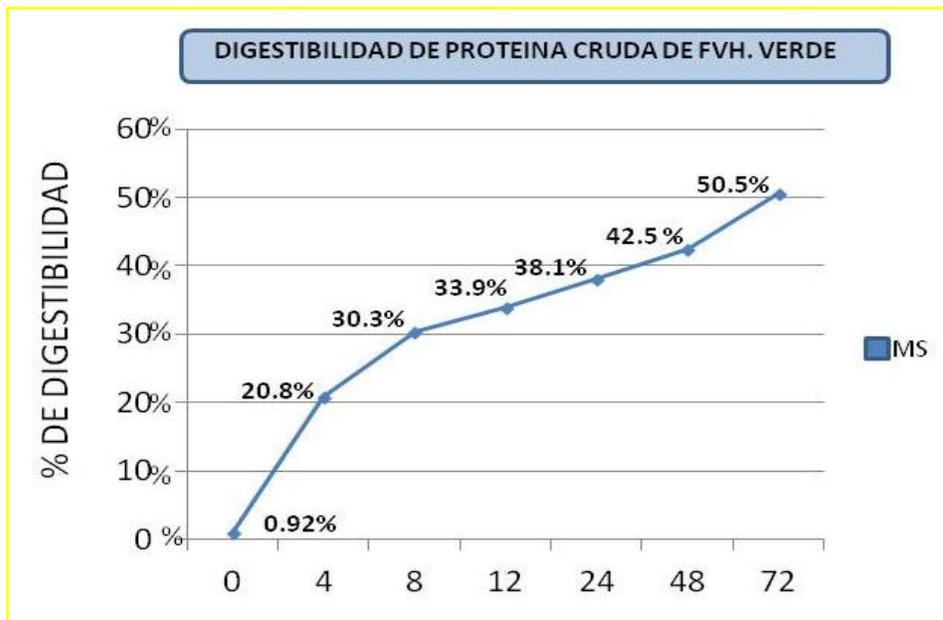
En los siguientes cuadros se observan los resultados que se obtuvieron durante el estudio de la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y cenizas mostrando valores que presentaron en las diferentes horas

Cuadro 1: porcentajes de digestibilidad de la materia seca, cenizas y proteína cruda de forraje en verde.

Hora	MS. %	CENIZAS %	PC. %
0	.21	3.11	.92
4	7.8.	3.27	28.8
8	21.8.	3.99	30.3
12	28.4.	4.04	33.9
24	42.2.	4.12	38.1
48	50.4	4.26	42.5
72	63.7	4.78	50.5



HORAS DE INCUBACION
 Figura 2: porcentaje de digestibilidad de MS de forraje verde



Horas de incubación
 Figura 3: porcentaje de digestibilidad de PC de forraje verde



Figura 4: porcentaje de digestibilidad de cenizas forraje verde

Cuadro 2: porcentaje de digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y cenizas de forraje henificado.

Hora	MS. %	CENIZAS %	PC. %
0	.17	3.13	5.52
4	5.1	3.29	17.61
8	12.6	3.67	24.19
12	19.8	3.92	41.71
24	35.5	4.19	43.04
48	43.3	4.38	50.95
72	57	4.85	52.09

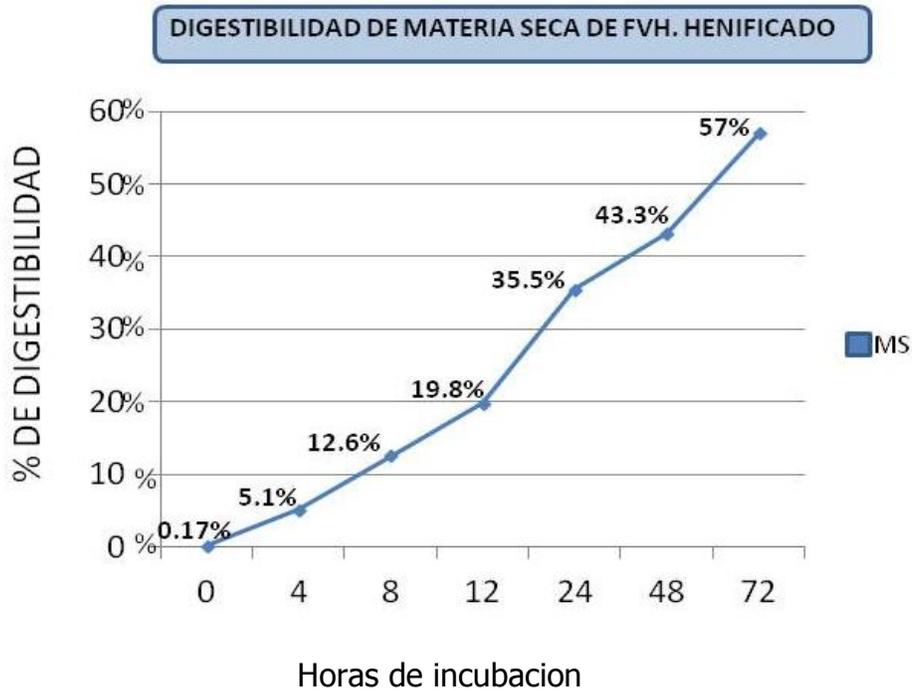


Figura 5: porcentaje de digestibilidad de MS de forraje henificado

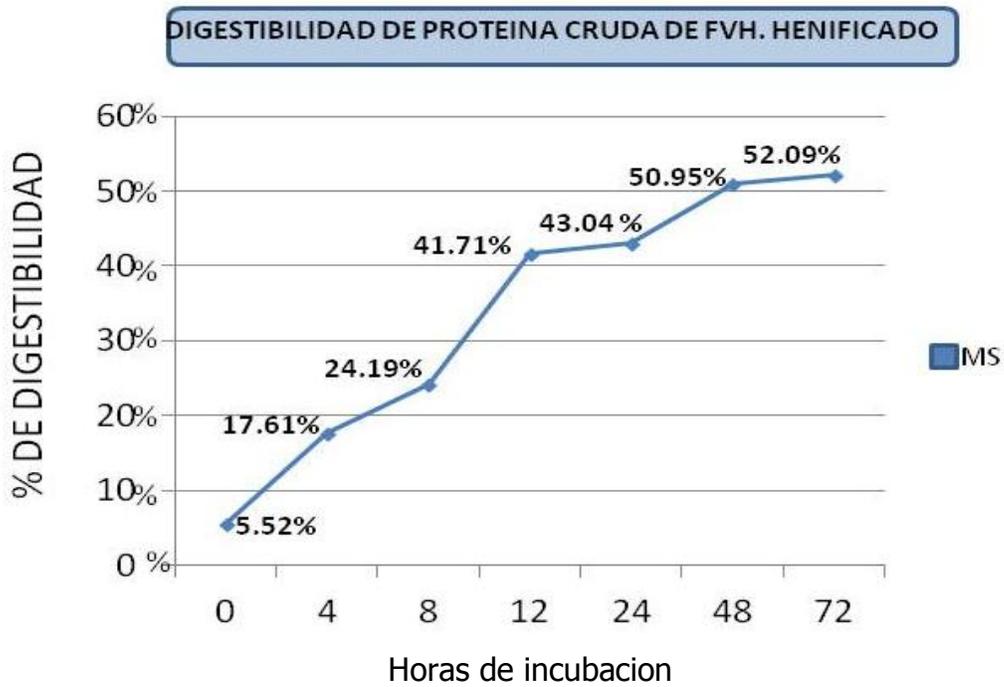


Figura 6: porcentaje de digestibilidad de PC de forraje henificado

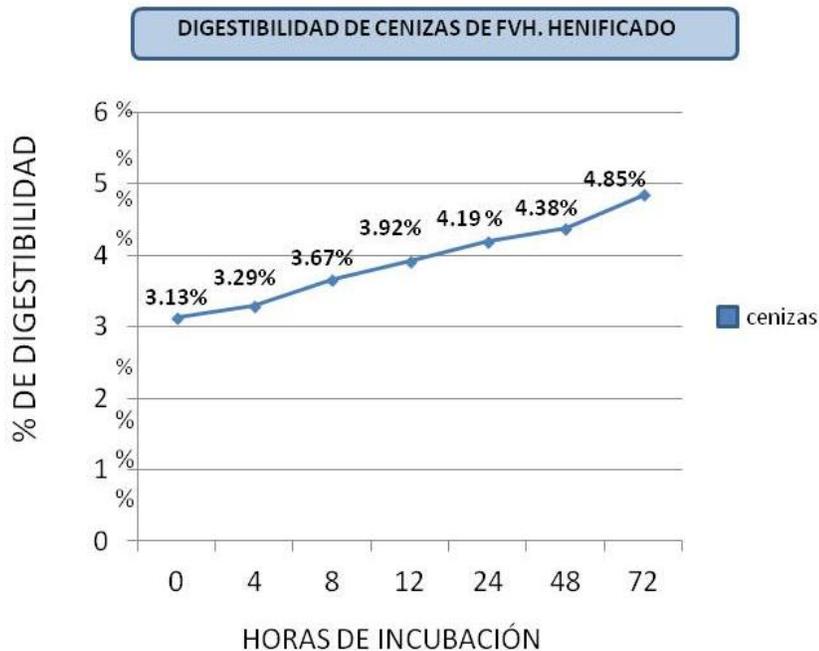


Figura 7: porcentaje de digestibilidad de cenizas de forraje henifica

Conclusión.

En base a los resultados recabados se identifica una mayor digestibilidad de la PC en el forraje henificado esto se debe a que en este es más alta la cantidades de proteína degradable en rumen (PDR) y en su forma verde contiene mayor cantidad de proteína dietética no degradable o proteína de sobre paso y como tiene una alta cantidad de agua pasa mas rápido al abomaso siendo este el sito donde se digiere mas

LITERATURA CITADA

Ayala, A., C. Rosado, et al. (2003). "Evaluación del método de lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la técnica de degradación ruminal *in situ*." *Téc Pecu Méx* 41(3): 337-342.

Arano, C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Editado por el propio autor. Prov. de Buenos. Aires, Argentina.

A.O.A.C. (1990). Association of official analytical chemists, official methods of analysis. Arlington, Virginia.

Bautista, S; Nava, J. 2002. Producción de Forraje Verde Hidropónico de trigo *Triticum*, tesis de Licenciatura, Universal Autónoma de Guerrero (UAG).

Carrasco, G; Izquierdo. J. 1996. La Empresa Hidropónica de Mediana Escala: La Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante ("NFT"). FAO- Univ. De Talca. Santiago, Chile.

Lomelí Z. H. M. 2000. Forraje Verde Hidropónico. El forraje del futuro hoy. *Agricultura*. 63. 15-18.

Ørskov, E. and I. McDonald (1979). "The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage." *J agric Sci Cumb* 92: 499-503.

Pérez Lagos, N. 1987. Efecto de la Sustitución del Concentrado por Forraje Obtenido en Condiciones de Hidroponía en una Crianza Artificial de Terneros. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Rosero, R. and S. Posada (2007). "Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes." *Rev Col Cienc Pec* 20: 174-182.

Sanchez, A. 2000 una experiencia de forraje verde hidropónico en huruguay. Boletín informativo de la red hidroponía No 7. lima , peru

Sanginés, L. (2001). Potencial nutricional del follaje de *Buddleia skutchii* (hojas y pecíolos) en la alimentación de ovinos y análisis de las variables ruminales.

Nutrición. Colima, México, Universidad de Colima. Dra. en Ciencias Pecuarias: 52 p.

(<http://www.forraje hidropónico.com> 2002).