

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



“DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE F.V.H.PROVENIENTE
DE TRIGO EN LAS CONDICIONES
DE LA COMARCA LAGUNERA”.

POR:

GERARDO ALBERTO MORALES ALVAREZ.

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 FVH
PROVENIENTE DE TRIGO EN LAS CONDICIONES
DE LA COMARCA LAGUNERA".**

POR

GERARDO ALBERTO MORALES ALVAREZ

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
Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal**



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA



TESIS

POR

GERARDO ALBERTO MORALES ALVAREZ

"DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE FVH PROVENIENTE DE TRIGO 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 1

M.V.Z JESÚS GAETA COVARRUBIAS

VOCAL. 2

M.V.Z RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2013

DEDICATORIAS

A MIS PADRES. Gerardo Morales limones y Audelina Álvarez Guajardo. A quien les debo todo lo que soy, y que con su apoyo incondicional ha hecho de mí una persona de bien, que a pesar de las adversidades nunca hubo señal de flaqueza y con sus buenos ejemplos supieron encaminarme a mí y a mis hermanos hacia el buen camino.

A MIS HERMANOS Aurelio Iván Morales Álvarez y Alejandra Elisa Morales Álvarez Por haberme brindado su apoyo incondicional, su amor y tantos momentos de felicidad que se quedaron 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.

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, mvz. Jesús Gaeta Covarrubias, mvz. Rodrigo Isidro Simón Alonso quienes me guiaron en la elaboración de mi tesis.

INDICE GENERAL.

PAGINAS.

INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	IV
RESUMEN.....	VI
I INTRODUCCION.....	1
II OBJETIVO E HIPOTESIS.....	3
III REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 DIGESTIBILIDAD.....	4
3.2 CINÉTICA DE DIGESTIÓN.....	5
3.3 MÉTODOS DE DIGESTIBILIDAD.....	5
3.3.1 TÉCNICA DE ARSKON.....	6
3.3.2 DIGESTIBILIDAD IN SITU.....	7
3.3.3 HIDROPONÍA.....	7
3.4.1 GENERALIDADES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	8
3.4.2 ANTECEDENTES DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	8
3.4.3 MÉTODOS DE PRODUCCIÓN.....	9
3.4.4 JUSTIFICACIÓN.....	10
3.5.1 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	10
3.5.2 COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	12
3.5.3 ALIANZAS Y ENFOQUE COMERCIAL.....	13
3.5.4 DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	13
IV MATERIALES Y METODOS.....	15
4.1 LOCALIZACIÓN.....	15
4.2 MATERIALES.....	16
4.2 MÉTODOS.....	17
4.3 TECNICA DE AOAC.....	18
V RESULTADOS.....	19
VI DISCUSIÓN Y CONCLUSION.....	23
VII LITERATURA CITADA.....	24

INDICE DE CUADROS

PAGINAS

1 RESULTADOS EN F.V.H. EN VERDE.....	19
2 RESULTADOS EN F.V.H. EN HENO.....	20

IINDICE DE FIGURAS.

PAGINAS

1 FIGURA. 1 MAPA DE LA UAAAN. UL.....	15
2 GRAFICA DE RESULTADOS DE P.C. EN VERDE Y HENO.....	21
3 GRAFICA DE RESULTADOS DE M.S. EN VERDE Y HENO.....	21
4 GRAFICA DE RESULTADOS DE CENIZAS EN VERDE Y HENO.....	22

RESUMEN

La producción del Forraje Verde Hidropónico de trigo (FVH) se realizó en 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. Y el trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del departamento de Producción Animal y laboratorio de bromatología de la misma universidad, localizada en el periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe, Torreón, Coahuila, México. El objetivo fue evaluar la digestibilidadpc, ms, mo, cenizas del forraje verde hidropónico. Y cenizas a diferentes horas de incubación. 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 72 mediante el método denominado de la bolsa de dacrón.

Se observó que en tanto verde como en heno mientras más tiempo dura la fermentación mayor es la digestibilidad de los nutrientes

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

INTRODUCCIÓN

En innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado como consecuencia de déficit alimentarias o falta de forraje, heno, ensilaje, o granos para alimentación de animales. Estos fenómenos climáticos adversos tales como sequías prolongadas, nevadas, inundaciones y lluvias de cenizas volcánicas, viven incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años, afectando negativamente la producción o limitando el acceso de forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales.

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 como 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, cuyos y porcinos), principalmente en periodo de seca.

OBJETIVO

- Evaluar la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, proteína cruda, cenizas y materia orgánica de forraje verde hidropónico proveniente de semilla de trigo bajo la técnica *in situ* en el ganado bovino.
- Evaluar la opción del forraje verde hidropónico proveniente de semillas de trigo como alimentación de ganado bovino.

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; Rosero y Posada, 2007).

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 (Sanginés, 2001).

CINÉTICA DE DIGESTIÓN

La cinética de digestión es importante porque con ella se determina la proporción de nutrientes 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 indigestibles (Sanginés, 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 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 Sanginés (2001) son:

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

TÉCNICA DE ORSKOV (BOLSA DE DACRÓN)

Esta técnica funciona suspendiendo bolsas de nylon en el rumen, que contengan el tipo de muestras a las que se les tiene que determinar la desaparición de materia orgánica y proteína cruda a diferentes intervalos de tiempo.

El nitrógeno que desaparece de las bolsas es equivalente a la proteína que es degradada.

La técnica *in situ* proporciona información confiable. Acerca de las estimaciones de la degradabilidad *in Vitro* para varios tipos de alimento; sin embargo su popularidad ha estado sujeta a extensas críticas y evaluaciones.

Factores que afectan los resultados obtenidos con la técnica *in situ*:

- ✓ Porosidad de la bolsa. La porosidad (abertura de la bolsa) de 40 a 60 micras parece ser un punto adecuado con respecto al flujo microbial y de líquidos.

- ✓ Tamaño de muestra. Para decidir el tamaño de muestra se debe tomar en cuenta dos aspectos: una cantidad suficiente de muestra ya que debe quedar para el análisis después de los periodos de incubación, pero la cantidad de muestra no debe ser tan grande para que retrase el mezclado instantáneo de las partículas del alimento y el líquido ruminal.

- ✓ Tamaño de partícula de la muestra. Hasta donde sea posible, el material deberá aparecer en el rumen como éste es consumido por el animal.

- ✓ Efectos de la dieta. La dieta puede tener un efecto definitivo en la tasa de degradación del material que es incubado; por ejemplo, los animales que son alimentados con una dieta de concentrados, la actividad de microorganismos que degradan la celulosa se reduce considerablemente.

DIGESTIBILIDAD *IN SITU*

La técnica de degradación ruminal *in situ*, mediante el uso de bolsa de dacrón, 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 un 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

La palabra se deriva de dos palabras griegas "hydro" que significa agua y ponos que significa labor o trabajo, literalmente trabajo en agua. Inicialmente se limitó a la cultura del agua sin el uso del medio del arraigado sin embargo actualmente existen diferentes sustratos para usar la hidroponía (Carrasco et al 1996).

La producción de forraje verde hidropónico es tan solo una de las derivaciones prácticas que tienen el uso de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante (Hulterwal, 1960, Iñiguez, 1988).

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 (Chang, et al, 2000).

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 (Lomeli-Zuñiga, 2000).

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. (Less, 1983; Morales, 1987).

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 (Bautista, 2012; Nava, et al, 2005).

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) realizó 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 (Hunterwal, 1960, Ñiguez, 1988).

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).

JUSTIFICACIÓN

El FVH es un alimento (forraje vivo en pleno crecimiento) verde, de alta palatabilidad para cualquier animal y excelente valor nutritivo (Chen, 1975; Less, 1983; Níñez, 1988; Santos, 1987; y Dosal, 1987). El sistema de producción de Forraje Verde Hidropónico, presenta grandes alternativas para la producción animal, debido al gran rendimiento y bajo costo que representa su producción de materia verde como seca, así como los kilogramos de proteína producida en pequeñas áreas y sin necesidad de suelo, maquinaria agrícola y grandes cantidades de agua (Carballido, 2002).

El proceso de producción de Forraje Verde Hidropónico está comprendido dentro de un concepto nuevo de producción, ya que no se requiere grandes extensiones de tierra, periodos largos de producción ni formas de conservación y almacenamiento. El forraje verde hidropónico es destinado para la alimentación de vacas, caballos, ovinos, conejos, cerdos (Sánchez, 2001). No obstante los sistemas de producción de forraje convencional han venido experimentando serias dificultades marcadas para la situación actual del sector agropecuario, intenso crecimiento de la tasa de urbanización y el aumento en el valor de las tierras centrales se han encargado de desplazar las explotaciones pecuarias hacia sectores donde se reduce el potencial de producción forrajera (Bravo, 1998).

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 (Aron, 1998).

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. (Bonner y Galston, Koller, Simon y Meany, Fordham et al, citados por Hidalgo, 1985.)

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 energíadigestible en F.V.H. son ampliamente variables (Pérez, 1987). Inocuidad. El F.V.H. producido representa un forraje limpio e inocuo sin lapresencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocidopor su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del F.V.H. losanimales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquenlos procesos de metabolismo y absorción. Tal es el caso de un hongo denominadocomúnmente "cornezuelo" que aparece usualmente en el centeno, el cual cuandoes ingerido por hembras preñadas induce al aborto inmediato con la trágicaconsecuencia de la pérdida del feto y hasta de la misma madre. Asimismo envacas lecheras, muchas veces los animales ingieren malezas que trasmiten a laleche sabores no deseables para el consumidor final o no aceptados para laelaboración de quesos, artesanales fundamentalmente (Sánchez, 1997).

COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Las inversiones necesarias para producir F.V.H.dependerán del nivel y de la escala de producción. Considerando los riesgos de sequías, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos unitarios del insumo básico (semilla) el F.V.H. es una alternativa económicamente viable que merece ser considerada por los pequeños y

Medianos productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su significativo bajo nivel de Costos Fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente. Investigaciones recientes sostienen que la rentabilidad de la producción del F.V.H. es lo suficientemente aceptable como para mejorar las condiciones de calidad de vida del productor con su familia, favoreciendo de este modo su desarrollo e inserción social, a la vez de ir logrando una paulatina reconversión

económica – productiva del predio (ejemplo: la producción de conejos alimentados con F.V.H. integrada a horticultura intensiva (Sánchez, 1997y 1998).

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 (Melipilla, 1998).

ALIANZAS Y ENFOQUE COMERCIAL.

El F.V.H. ha demostrado ser una alternativa aceptable comercialmente considerando tanto la inversión como la disponibilidad actual de tecnología. El sistema puede ser puesto a funcionar en pocos días sin costos de iniciación para proveer en forma urgente complemento nutricional. También permite la colocación en el mercado de insumos (forraje) que posibilitan generar alianzas o convenios estratégicos con otras empresas afines al ramo de la producción de forraje tales como las empresas semilleristas, cabañas de reproductores, tambos, locales de invernada, ferias, locales de remates, aras?de caballos, cuerpos de caballería.

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 loque 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 (Marulanda e Izquierdo, 1993).

Costo de instalación elevado. Morales (1987), cita que una desventaja que presenta este sistema sería el elevado costo de implementación. Sin embargo, se ha demostrado (Sánchez, 1996, 1997) que utilizando estructuras de invernaderos hortícolas comunes, se logran excelentes resultados.

MATERIALES Y METODOS.

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 MAPA DE LA UAAAN. UL

MATERIALES.

Para la realización de este proyecto fueron requeridos los siguientes

Materiales:

- Bovino (hembra) con fistula ruminal
- Cánula ruminal neumática permanente
- Bolsas de dacrón
- 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
- Mufa
- 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 5x8 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 dacrón con un tamaño estándar de 8 cm de largo por 5 cm de ancho, y con tamaño de poros de 43 μ m. 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.

DETERMINACIÓN DE M.S. P.C. M.O. CENIZA.

Para la determinación de materia seca, proteína cruda, cenizas, materia orgánica se utilizó la técnica de (AOAC 1995).

RESULTADOS.

TRIGO

MUESTRA DE FVH DE TRIGO EN VERDE

MS CENIZAS P.C.

90 % 94.12% 76.60%

HORA	P.C.	M.S.	CENIZAS
0	76.65%	90.03%	94.21%
4	77.24%	91.72%	96.22%
8	78.80%	91.51%	96.84%
12	82.42%	93.36%	96.22%
24	88.10%	94.84%	96.24%
48	86.84%	96.21%	95.44%
72	88.16%	96.55%	94.81%

CUADRO 1: RESULTADOS EN F.V.H. EN VERDE

MUESTRA DE FVH DE TRIGO HENIFICADO

M.S. CENIZAS P.C

87.46% 70.88% 10.25%

HORA	P.C.	M.S.	CENIZAS
0	10.25%	87.44%	70.88%
4	10.94%	87.46%	73.62%
8	11.23%	89.69%	71.66%
12	13.04%	92.89%	76.14%
24	39.49%	93.77%	86.66%
48	58.45%	93.21%	86.69%
72	64.18%	93.72%	86.94%

CUADRO 2: RESULTADOS EN F.V.H. EN HENO

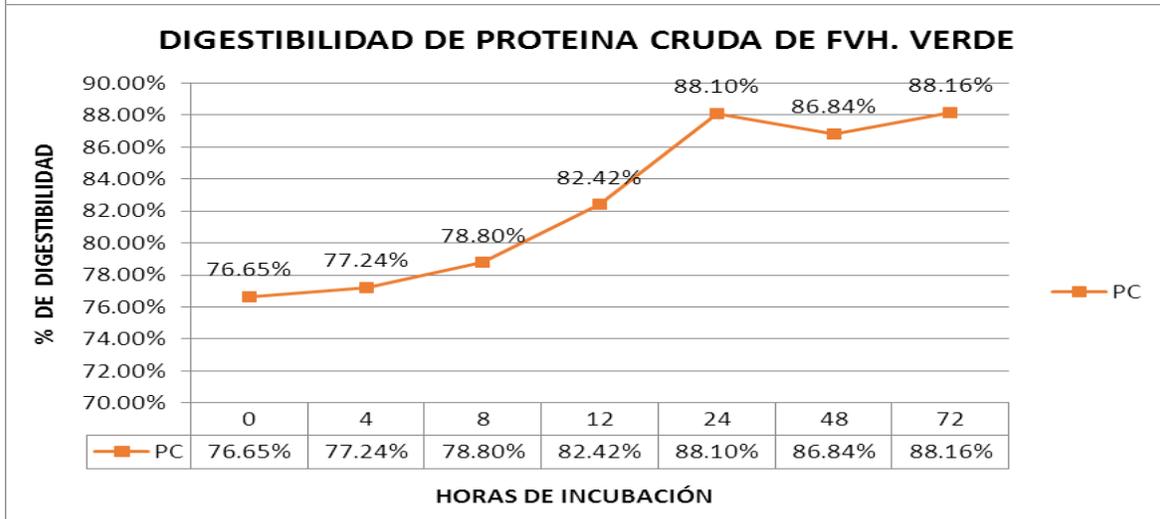
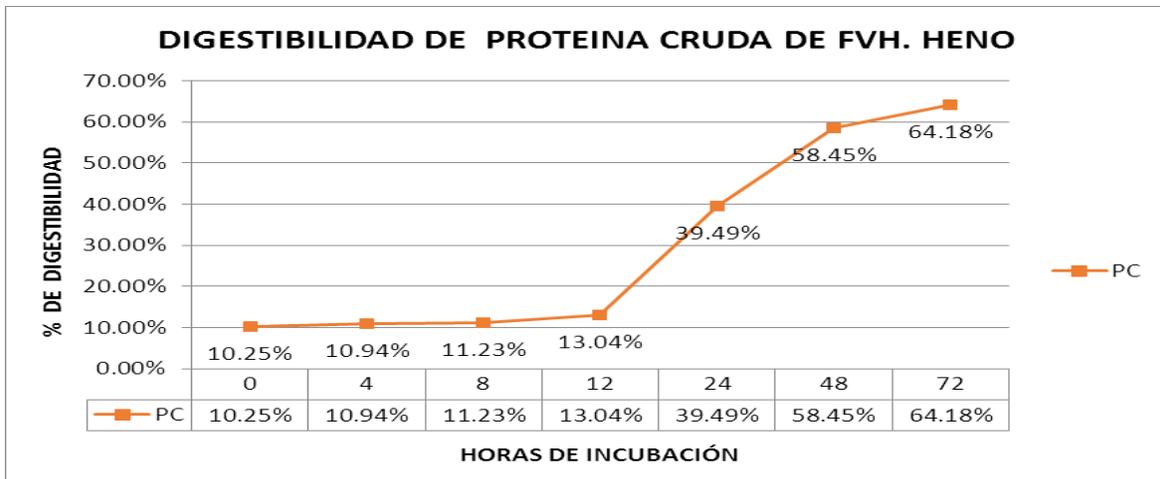
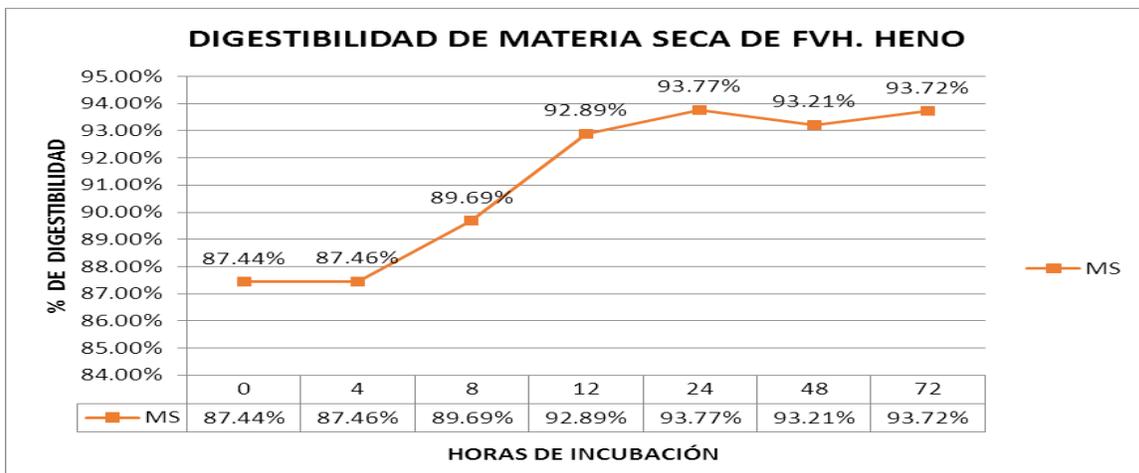


Figura 2. GRAFICA DE RESULTADOS DE P.C. EN VERDE Y HENO



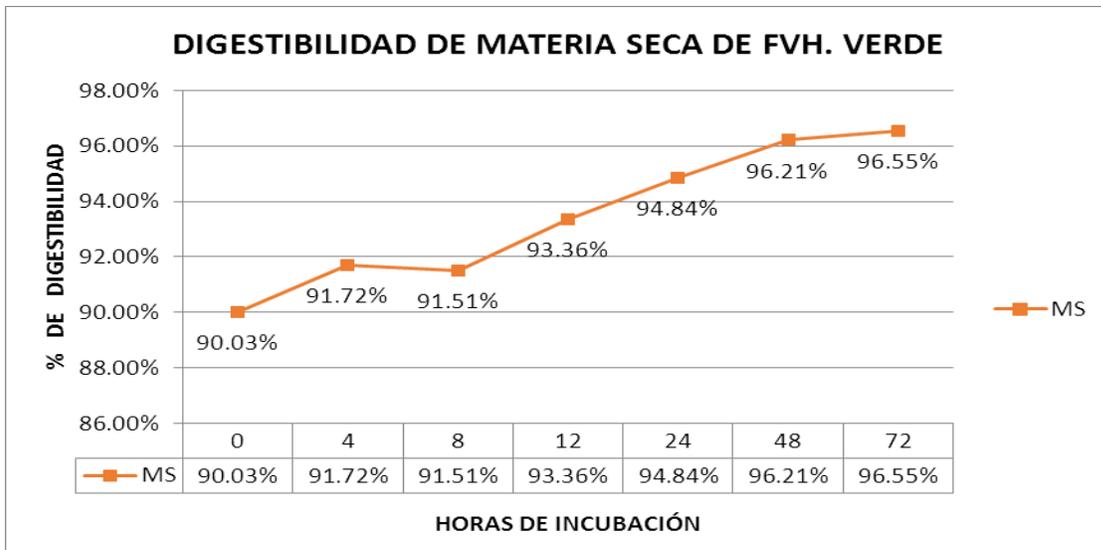


Figura 3. GRAFICA DE RESULTADOS DE M.S. EN VERDE Y HENO

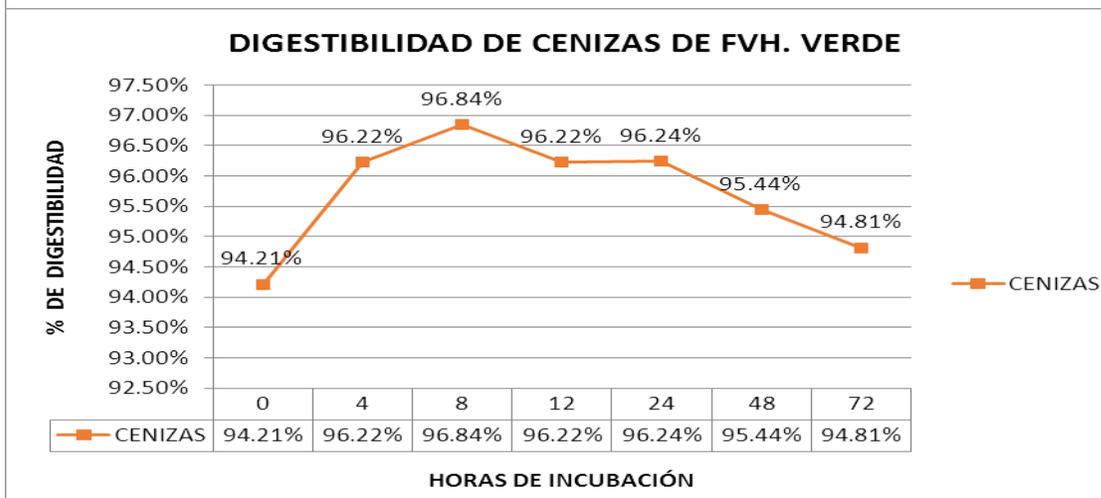
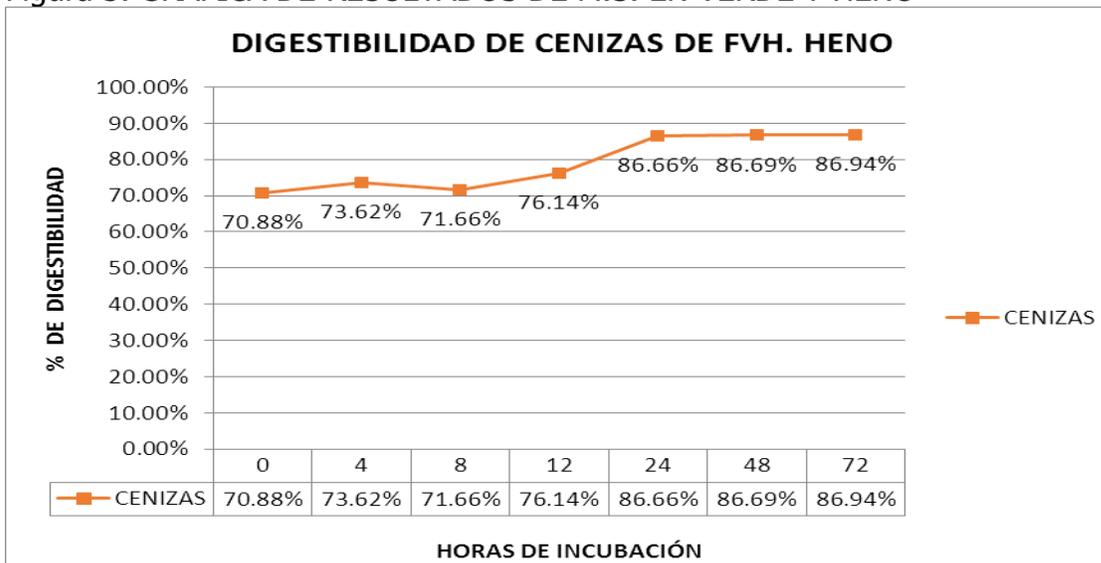


Figura 5. GRAFICA DE RESULTADOS DE CENIZA. EN VERDE Y HENO

Discusión.

El contenido de proteína cruda de forraje verde hidropónico proveniente de grano de trigo presenta un incremento hasta el día 12 de germinación, siendo éste el momento en que el valor proteico es el más alto, en los días siguientes de germinación la proteína cruda va disminuyendo, sin embargo el crecimiento de forraje sigue aumentando.

Esto es debido a que gracias a los nutrientes que el grano proporciona a la misma plántula para su crecimiento dan un máximo aporte en conjunto en el día 12 de germinación siendo éste el momento óptimo para ofrecer a los animales esto para lograr que se absorba lo más posible de nutrientes.

Conclusión.

Se observó que en tanto verde como en heno mientras más tiempo dura la fermentación mayor es la digestibilidad de los nutrientes

En base a lo observado en el cuadro número 1,2 se obtuvieron altas tasas de desaparición de p.c, m.s, m.o, ceniza. Estas altas tasas de desaparición se observan en la hora 0, en la hora 4, en la hora 8, y en la hora 12, estos porcentajes de desaparición se logran por la actividad bacteriana.

REFERENCIAS

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

AOCA. 1995 animal feed. Chapter4 in official methods of analysis; 16h edition AOAC international, Arlington, VI, USA. 30pp.

Bautista, S; Nava, J. 2002. Producción de forraje verde hidropónico de trigo Triticum, tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Guerrero (AUG).

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

Bravo Ruiz, M. R. 1988. Niveles de Avena Hidropónica en la Alimentación de conejos Angora. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Carballido, C. 2002. Forraje Verde Hidropónico, Como realizar el cultivo, Mejora la salud animal. <http://www.seragro.cl/?a=983>. Consultado en Septiembre del 2012.

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.

Dosal Aladro, J.J.M. 1987. Efecto de la Dosis de Siembra, Epoca de Cosecha y Fertilización sobre la Calidad y Cantidad de Forraje de Avena Producido Bajo condiciones de Hidroponía. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Hidalgo Miranda, L. R. 1985. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

Ñíguez Concha, M. E. 1988. Producción de Forraje en Condiciones de Hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Facultad de - 30 - Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.

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

Marulanda, C; e Izquierdo, J. 1993. Manual Técnico "La Huerta Hidropónica Popular". FAOPNUD. Santiago, Chile.

Morales O.A.F. 1987. Forraje verde hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos precozmente destetados. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán, Chile.

Morales, A.M.A.; Juárez, A.M.; Ávila, G.E.; Fuente, M.B. 2002. Empleo de forraje verde hidropónico de cebada en conejos Nueva Zelanda en engorda Memorias de la XXXVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, México.

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.