

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CIENCIA ANIMAL



“Digestibilidad *in vivo* de forraje verde hidropónico
proveniente de maíz en las condiciones de la
Comarca Lagunera”.

POR:

RAMÓN ERNESTO SANDOVAL GALLEGOS

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 maíz en las condiciones
de la Comarca Lagunera".**

POR

RAMON ERNESTO SANDOVAL GALLEGOS

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

RAMÓN ERNESTO SANDOVAL GALLEGOS

"Digestibilidad *in vivo* de forraje verde hidropónico proveniente de maíz 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 Irene Gallegos Pizaña y Ernesto Sandoval Herrera que son el tesoro más grande que tengo en la vida quienes con su cariño, sacrificio y dedicación supieron apoyar para que yo pueda alcanzar esta meta.

A mi esposa e hija Amairany Corral Navarrete, Aryam Aimee Sandoval que con sus consejos, motivaciones y cariño me dieron fuerzas necesarias para llegar a este triunfo profesional.

A mis hermanas Yesy Sandoval y Daisy Sarhayya que ellos fueron mi motivación día con día para seguir adelante en todo momento.

A todos mis sobrinos quienes son parte importante en mi vida, esperando ser un ejemplo para ellos.

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

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrirme las aulas para recibir los conocimientos profesionales.

Agradezco a mi asesor y sinodales Dr. Fernando Ulises Adame de León (Asesor Principal), el Dr. Juan David Hernández Bustamante, quienes con sus conocimientos y sugerencias permitieron la ejecución y culminación de la presente investigación.

También agradezco a los señores profesores, que sin egoísmo me transmitieron sus conocimientos y experiencias; así como a todos mis amigos y compañeros que de una u otra forma colaboraron durante mi vida estudiantil.

INDICE GENERAL

PÁGINA

INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCION.....	1
2. JUSTIFICACION.....	2
3. OBJETIVO.....	2
4. HIPOTESIS.....	2
5. REVICION LITERATURA.....	3
5.1. DIGESTIBILIDAD.....	3
5.1.1.1. CINÉTICA DE DIGESTIÓN.....	4
5.1.1.2. MÉTODOS DE DIGESTIBILIDAD.....	4
5.1.1.3. TÉCNICA <i>in situ</i>	5
5.1.1.4. DIGESTIBILIDAD <i>in situ</i>	6
5.2. MATERIA SECA.....	6
5.3. CENIZAS.....	7
5.4. PROTEÍNA CRUDA.....	7
5.5. HIDROPONÍA.....	8
5.5.1.1. GENERALIDADES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO..	8
5.5.1.2. MÉTODOS DE PRODUCCIÓN.....	9
5.5.1.3. VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.....	10
5.5.1.4. DESVENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO...	10
6. LOCALIZACIÓN.....	11
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
7.1. MATERIA SECA.....	14
7.2. DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....	14
7.3. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA.....	14

8. RESULTADOS.....	14
9. CONCLUSION.....	18
10.REFERENCIAS.....	19

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
1. MUESTRA FVH DE MAIZ EN VERDE.....	14
2. PROMEDIO DE RESULTADOS DE FVH DE MAIZ EN VERDE.....	14
3. MUESTRA FVH DE MAIZ HENIFICADO.....	16
4. PROMEDIO DE RESULTADOS DE FVH DE MAIZ HENIFICADO.....	16

INDICE DE FIGURAS

PAGINA

1. Ubicación de la UAAAN.....	11
2. Digestibilidad de materia seca F.V.H de maíz en verde.....	15
3. Digestibilidad de cenizas F.V.H de maíz en verde.....	15
4. Digestibilidad de proteína cruda F.V.H de maíz en verde.....	16
5. Digestibilidad materia seca de F.V.H henificado.....	17
6. Digestibilidad de cenizas F.V.H henificado.....	17
7. Digestibilidad de proteína cruda F.V.H henificado.....	18

RESUMEN

Este estudio fue echo para determinar la digestibilidad aparente de la materia seca, proteína cruda y cenizas del forraje hidropónico de maíz a diferentes horas de incubación 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 72 mediante el método denominado de la bolsa de nylon *in situ* en un bovino con rumen canulado. La digestibilidad fue menor durante las primeras horas, conforme pasaron las horas la digestibilidad fue aumentando de una manera descendente, indicando que entre más alto el tiempo de incubación de la muestra en el rumen mayor la digestibilidad en el forraje verde hidropónico, en la muestra verde y henificada. El trabajo de investigación digestibilidad de forraje verde hidropónico con el forraje maíz se realizó en las instalaciones del departamento de Producción Animal y laboratorio de bromatología de la misma universidad.

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

1. INTRODUCCION

Como una alternativa importante, se gesta la producción de forraje verde hidropónico, que se trata de una tecnología de producción de biomasa obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables (FAO2001).

La hidroponía se basa en la producción de plantas en soluciones nutritivas líquidas en lugar de utilizar el suelo como sustrato. Hacia la producción de alimento para ganado y otras especies animales generando un producto altamente nutritivo, rico en enzimas y vitaminas que se pueden desarrollar a escalas industriales que aumentarían el rendimiento por área (Rotar 2004).

Durante el proceso de germinación de una semilla se producen una serie de cambios que le permiten a la plántula en pocos días captar energía luminosa y a través de un proceso de crecimiento acelerado desarrollar su parte radicular y aérea con muy poco contenido de fibra y altos contenidos de aminoácidos en forma libre y que se aprovechan fácilmente por los animales. (Valdivia 1997).

Existe una interdependencia entre el suelo como medio de soporte radical del cultivo, la pastura como fuente de alimentación y el componente animal, factores que conjugados determinan la complejidad de los sistemas de explotación ganaderos, y requieren de tiempos prolongados para comprobar la respuesta a cualquier cambio que permita adecuar la oferta forrajera de acuerdo a las demandas de la explotación (DeLeón 2004).

No obstante los sistemas de producción de forraje convencional han venido experimentando serias dificultades marcadas por la situación actual del sector agropecuario, el intenso crecimiento en 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 (Fernández, citado por Pezo *et al.* 1996).

Aunado a lo antes mencionado, la necesidad de intensificar y mejorar la eficiencia en las prácticas de producción animal de una manera sostenible, el incremento en la demanda de productos alimenticios, la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la erosión del suelo y la contaminación de las aguas, el crecimiento

estacional de los pastos debido a la estacionalidad de las lluvias, son algunos de los factores que han dirigido la investigación hacia la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos (Money 2005, Rotar 2006).

2. JUSTIFICACIÓN

La investigación se hizo con la finalidad de evaluar la digestibilidad de materia seca, cenizas y proteína cruda del F.V.H de maíz para conocer algunos parámetros nutricionales importantes por ser un alimento de alta eficiencia para la alimentación de los animales y vuelve atractiva la alternativa de producción de FVH por parte de pequeños productores que son afectados por pronunciadas sequías para obtener rápidamente, a bajo costo y en forma sostenible, una biomasa vegetal sana, limpia y de alto valor nutritivo para alimentación animal.

3. OBJETIVO

Evaluar la digestibilidad *in situ* de forraje verde hidropónico proveniente de semilla de maíz en el ganado bovino.

4. HIPOTESIS

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

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición (Orskov, 1990).

La digestión ocurre cuando los materiales complejos que se encuentran en el alimento son descompuestos en fragmentos pequeños que pueden ser absorbidos por el sistema de un animal y luego utilizados para el crecimiento, mantenimiento, reproducción y otras funciones. Los Micro-organismos (MOs) en el rumen y el retículo, tales como bacterias y hongos, trabajan para descomponer más el alimento. (Sangines, 2001; Rosero y Posada, 2007).

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).

Estas estimativas fueron realizadas a través de la técnica *in situ*. (Rosero y Posada, 2007).

Estos métodos son ampliamente utilizados para estimar el valor energético 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).

La técnica *in situ* utiliza bolsas sintéticas para medir la digestión de los forrajes a nivel ruminal, consiste en colocar la muestra en la bolsa e incubarla en rumen de animales fistulados. Esta técnica permite determinar simultáneamente la cantidad de la muestra ingerida y la tasa a la cual la digestión se realiza. (Torres et al., 2009).

5.1.1.1 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 indigestibles (Sanginés, 2001).

5.1.1.2 MÉTODOS DE DIGESTIBILIDAD

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.

La técnica *in situ* son métodos ampliamente utilizados para evaluar el valor energético y proteico de los alimentos para rumiantes, su potencial de ingestión y la presencia de factores anti nutricionales. (Romero, 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 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 digestión del alimento, en donde la digestibilidad es proporcional a la concentración de sustrato (Rosero, 2007).

Sagines (2001), menciona las pruebas de digestibilidad y son:

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

5.1.1.3 TÉCNICA *in situ*

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 y Posada, 2007)

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 dacrón 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 (lagphase);

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).

5.1.1.4 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).

5.2 MATERIA SECA.

La materia seca (MS) es el análisis más simple que se puede realizar sobre un forraje y se cuantifica como el residuo que queda luego de extraer el agua a la muestra. Aunque no es un análisis químico en sí, es necesario para una adecuada caracterización de los componentes nutricionales de los forrajes ya que estos deben expresarse en base a la MS para hacer comparaciones válidas y realizar el balance de nutrientes (Cherney 2000).

Existen muchos métodos para la determinación de la MS. En el caso de forrajes frescos los métodos oficialmente aprobados implican un secado previo parcial a 55 ó 60°C durante 12 h y el molido de la muestra. Esta muestra luego puede ser sometida a diferentes procedimientos: el secado a 100°C en estufa al vacío (1.3 x 10⁴ Pa) durante 5 h, el secado en estufa de aire forzado a 105°C por 16 h, a 125°C por 4 h ó a 135°C por 3 h (AOAC, 1995). El secado en horno microondas es un método no oficialmente recomendado por la AOAC pero si por la NFTA

(Undersander et al 1993) y consiste en el secado de una muestra de forraje de entre 100 y 200 gr en un horno microondas de 600 watts durante cuatro a cinco ciclos de 3 min y varios ciclos de 1 min hasta alcanzar el peso constante de la muestra residual.

En el caso de ensilajes, debido al alto contenido de compuestos volátiles que se pueden perder con los procedimientos para forrajes frescos, se emplea la destilación con tolueno como el método preferido para estimar la MS (Undersander et al 1993). También se han desarrollado algunos procedimientos para establecer el contenido de agua por métodos cromatográficos en forrajes fermentados (Fenton et al 1981).

5.3 CENIZAS

El residuo que queda luego de incinerar la muestra en una mufla a 600°C durante 2 horas (AOAC 1995), corresponde al contenido de cenizas.

La fracción que desaparece durante la combustión corresponde a la Materia Orgánica (MO). El contenido de cenizas de un forraje no aporta información sobre minerales específicos, pero es un paso intermedio para determinar el contenido de minerales en la muestra.

5.4 PROTEÍNA CRUDA.

El método comúnmente utilizado para determinar el contenido de proteína cruda (PC) en muestras de alimentos es el de Kjeldahl (Cherney 2000, Galyean 1997) el cual es muy preciso y confiable. Este método realmente no determina el contenido de proteína de la muestra, si no el de N en un procedimiento que comprende tres pasos: 1) digestión de la muestra durante 2 a 3 h en ácido sulfúrico a 350°C utilizando sulfato de potasio o de cobre (o una mezcla de los dos) como catalizador dando como resultado la formación de sulfato de amonio, 2) adición de

NaOH fuerte a la solución digerida para la formación NH_4OH el cual es calentado y destilado en una solución de ácido bórico para retener el amonio y, 3) titulación del NH_4OH con un ácido estándar (HCl o ácido sulfúrico) al que se le adiciona un indicador (Galylean 1997).

5.5 HIDROPONÍA

La palabra Hidroponía se deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. (Carrasco et al 1996).

La hidroponía te permite diseñar estructuras simples y/o complejas favoreciendo las condiciones ambientales idóneas para producir cualquier planta de tipo herbáceo. La hidroponía es tan antigua como la misma civilización humana, el término como tal fue acuñado 1929, donde William F. Gricke, profesor de la Universidad de California, Davis, define el proceso como hidroponía que significa "agua que trabaja". Durante la segunda guerra mundial las fuerzas aliadas instalan en sus bases sistemas hidropónicos para proveer de vegetales y frutas frescas a las tropas en conflicto. A partir de esto, la hidroponía comercial se extiende en el mundo. (Hulterwal, 1960, Iñiguez, 1988).

5.5.1.1 GENERALIDADES DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH o "Green fodderhydroponics" es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. Es una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100%,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.(Lomeli-Zuñiga, 2000).

En la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo.

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).

5.5.1.2 MÉTODOS DE PRODUCCIÓN.

Los métodos de producción de FVH cubren un amplio espectro de posibilidades y oportunidades. Existen casos muy simples en que la producción se realiza en franjas de semillas pre-germinadas colocadas directamente sobre plásticos de 1 m de ancho colocadas en el piso y cubiertas, dependiendo de las condiciones del clima. El cultivo puede estar instalado en bandejas de plástico provenientes del corte longitudinal de envases descartables en cualquiera de las circunstancias anteriores, el proceso a seguir para una buena producción de FVH, debe considerar los siguientes elementos y etapas:

- Selección de las especies de granos utilizados en FVH.
- Selección de la Semilla
- Lavado de la semilla
- Remojo y germinación de las semillas
- Siembra en las Bandejas e Inicio de los Riegos
- Riego de las bandejas

En términos generales, entre los días 12 a 14, se realiza la cosecha del FVH. Sin embargo si estamos necesitados de forraje, podemos efectuar una cosecha anticipada a los 8 o 9 días. La cosecha del FVH comprende el total de la biomasa que se encuentra en la bandeja o franja de producción. Esta biomasa comprende a las hojas, tallos, el abundante colchón radicular, semillas sin germinar y semillas semi germinadas. (Less, 1983; Morales, 1987).

5.5.1.3 VENTAJAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.

- Permite cosechar donde no hay agua, pues los requerimientos de la misma es mínima.
- Para cultivar requiere poco espacio y capital para su producción.
- Permite producir cosechas fuera de estación.
- Mayor precocidad de los cultivos.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas, utilización de vapor.
- Se obtiene un cultivo libre de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.

5.5.1.4 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 (Marulanda e Izquierdo, 1993).

7 MATERIALES Y METODOS

Para la realización de este proyecto fueron requeridos 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

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 nylon 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.

MATERIA SECA

Este método se realizó de acuerdo a (AOAC. 1995)

DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Este método se realizó de acuerdo a (AOAC. 1995)

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA.

Este método se realizó de acuerdo a (AOAC. 1995)

6.1 RESULTADOS

La digestibilidad del forraje verde hidropónico de maíz en verde tuvo un comportamiento normal, ya que a la hora 0 tiene una digestibilidad de 2.76% en materia seca y un aumento elevado a la hora, se puede decir que la degradación es buena y bien aprovechado por las bacterias ruminales, a partir de la hora 4 indica que la digestibilidad va aumentando de manera lineal. El contenido de cenizas fue constante manteniendo su resultado sin mucha variación indicando una baja digestibilidad de minerales, en la proteína cruda hay un incremento de la hora 0 de 1.24 % a la hora 4 con 7.05 % donde nos muestra una buena respuesta de los microorganismos ruminales.

CUADRO 1.FVH DE MAIZ EN VERDE CANTIDAD DE NUTRIENTES

MS. %	CENIZAS %	PC. %
23.50	1.30	18.43

CUADRO 2.PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DE FVH DE MAIZ EN VERDE

Hora	MS. %	CENIZAS %	PC. %
0	2.76	1.31	1.24
4	20.42	1.33	7.05
8	23.36	1.32	7.59
12	39.48	1.34	10.47
24	47.06	1.33	15.35
48	63.02	1.34	16.98
72	76.12	1.33	20.23

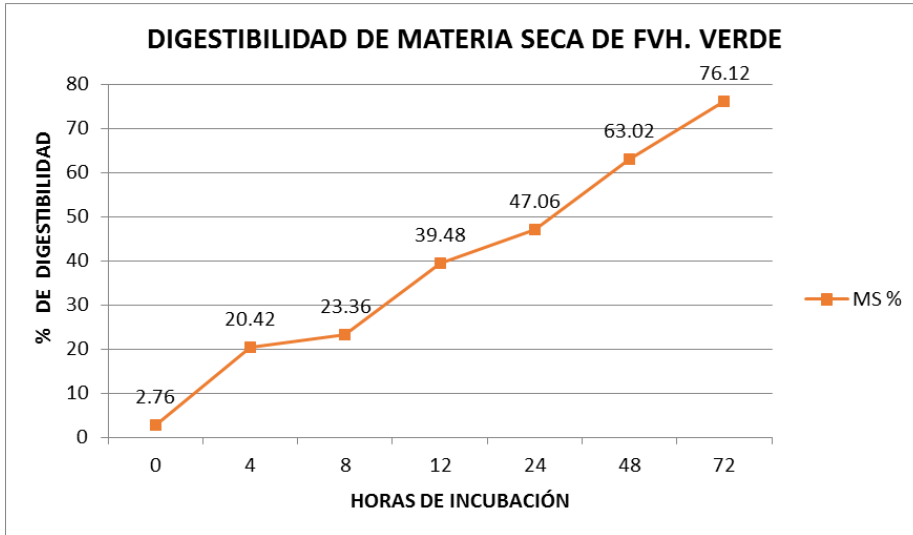


Figura 2. Digestibilidad de materia seca F.V.H de maíz en verde.

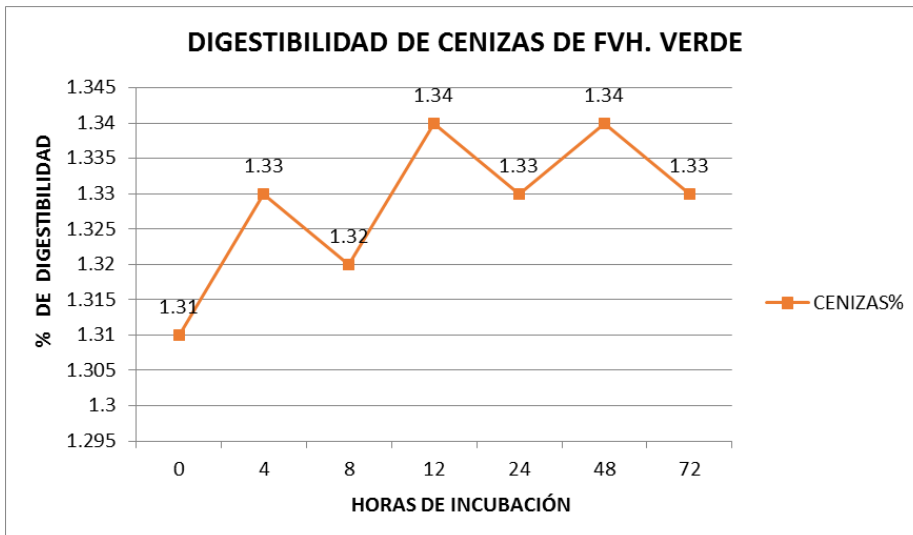


Figura 3. Digestibilidad de cenizas F.V.H de maíz en verde.

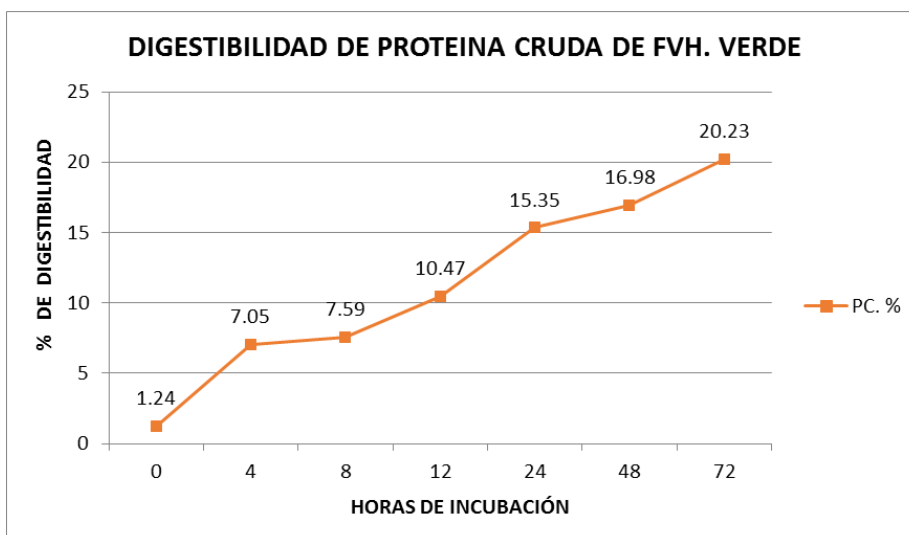


Figura 4. Digestibilidad de proteína cruda F.V.H de maíz en verde

El forraje verde hidropónico maíz henificado la digestibilidad mostro en la hora 0 un .89 siendo muy poca la digestibilidad a esta hora, subiendo notablemente a la hora 4 y alcanzando a la hora 72 un 59.47% de digestibilidad de la materia seca y un valor de digestibilidad muy alto en su proteína cruda con un 70.94 % a la hora 72. La cenizas al igual que en la muestra de F.V.H verde mantuvo un porcentaje con poca digestibilidad siendo a la hora 0 1.35% y máximo la hora 72 1.37%.

CUADRO 3. CANTIDAD DE NUTRIENTES FVH DE MAÍZ HENIFICADO

MS. %	CENIZAS %	PC. %
88.96	1.34	17.52

CUADRO 4. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD FVH DE MAÍZ HENIFICADO

Hora	MS. %	CENIZAS %	PC. %
0	.89	1.35	0.51
4	12.03	1.36	7.02
8	24.44	1.35	18.77
12	33.19	1.37	20.20
24	50.13	1.37	27.91
48	54.49	1.36	46.5
72	59.47	1.37	70.94

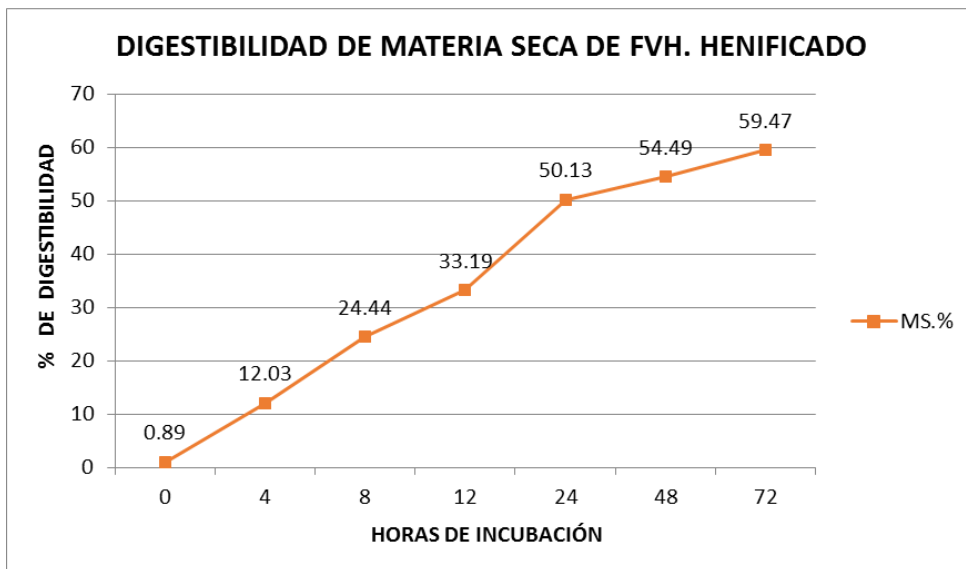


Figura 5. Digestibilidad materia seca de F.V.H henificado.

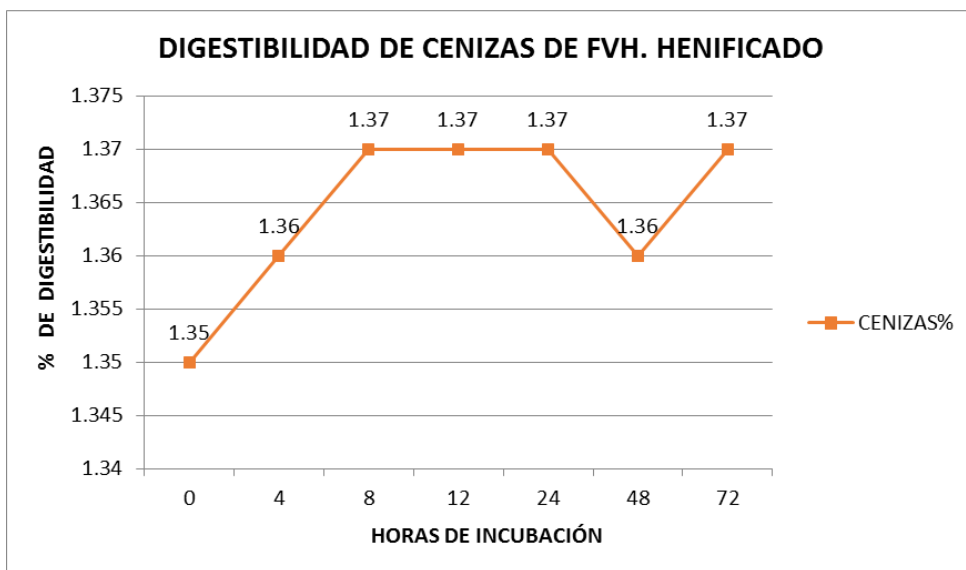


Figura 6. Digestibilidad de cenizas F.V.H henificado.

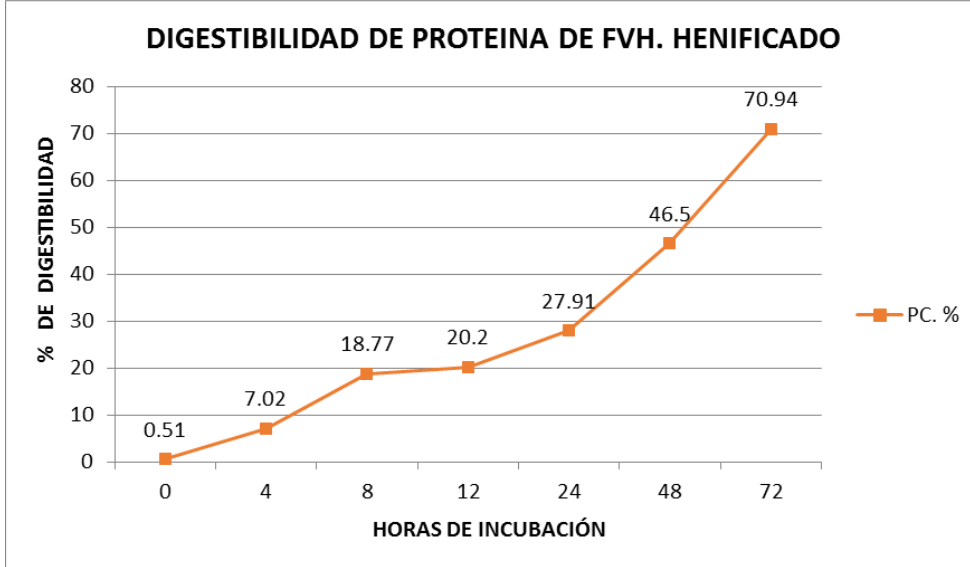


Figura 7. Digestibilidad de proteína cruda F.V.H henificado.

9 CONCLUSION.

El F.V.H de maíz en verde es mas fácil su digestibilidad de materia seca en el rumen y mayor proteína para su digestión y absorción en el intestino delgado.

Mediante el presente estudio se pudo comprobar la alta calidad nutritiva del forraje de maíz hidropónico en verde, lo cual la convierte en una alternativa tecnológica para la alimentación animal.

10 REFERENCIAS

AOAC. 1995. Animal Feed. Chapter 4 in 'Official methods of analysis'. 16th edition. AOAC International, Arlington, VI, USA. 30pp.

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

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, Universidad 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.

(Celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. *Rev Inv Vet Perú*. 2009;20 (1) 5-9.

Cherney D. J. R. 2000. Characterization of forages by chemical analysis. In: Forage evaluation in ruminant nutrition (eds. Givens D. I, Owen E., Axford R. F. E and Omed

H. M.). CAB International: 281 – 300.

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.

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.

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.

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.

Torres, G, Arbaiza T, Carcelen F y Lucas F. Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática.

Fenton T. W., Fenton M. and Mathison G. W. 1981. Determination of water in fermented feeds by gas chromatography. Canadian Journal of Animal Science. 61, 827–831.

Galyean M. L. 1997. Laboratory procedures in animal nutrition research. West Texas A&M University, Division of Agriculture and Texas A&M Research and Extension Center, Amarillo. 192 p.