

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



**CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES Y NO
ESTRUCTURALES, PROTEÍNA Y NDT EN DIETAS A BASE DE HENO DE
ALFALFA (*Medicago sativa*) Y CONCENTRADO PARA OVINOS**

POR:

CONCEPCIÓN CIRILA LÓPEZ LÓPEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. JUNIO, 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS ESTRUCTURALES Y NO
ESTRUCTURALES, PROTEÍNA Y NDT EN DIETAS A BASE DE HENO DE
ALFALFA (*Medicago sativa*) Y CONCENTRADO PARA OVINOS.

Por:

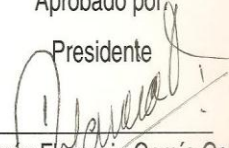
Concepción Cirila López López

Tesis

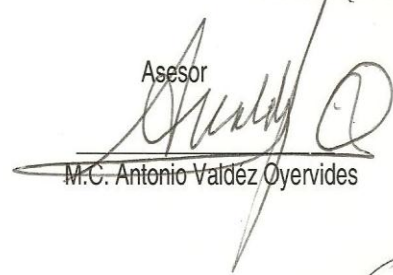
Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

Ing. Agrónomo Zootecnista

Aprobado por:
Presidente


Dr. Ramon Florencio García Castillo

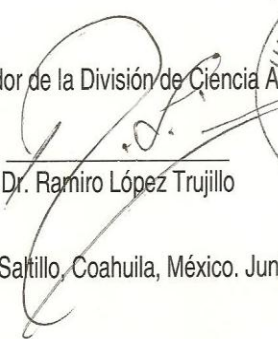
Asesor


M.C. Antonio Valdéz Oyervides

Asesor


Ing. José Luis Rivera Bautista

Coordinador de la División de Ciencia Animal


Dr. Ramiro López Trujillo



Buenavista, Sotillo, Coahuila, México. Junio, 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Principalmente te agradezco por darme la vida, por la salud que me has dado, por cuidarme siempre y no dejarme nunca sola, por levantarme en cada caída, siempre a mi lado en momentos difíciles y por darme las fuerzas necesarias para poder salir adelante con mis estudios profesionales. Gracias Dios mío por este momento y llenar de dicha mi vida.

A Mi “Alma Terra Mater”: Gracias por haberme abierto tus puertas para poder realizar mis estudios, por cobijarme y sentir que es mi segunda casa.

A Mis Maestros: Por su apoyo, amistad, consejos y regaños, para mi formación profesional. Dr. Ramón García, Dr. Eduardo García, M.C. Camelia Cruz, M.C. Laura Padilla, Ing. José Peña, M.C. Raquel Olivas, a todos los profesores de la división de ciencia animal, así como otros maestros que me transmitieron sus conocimientos en las aulas.

DR. Ramón Florencio García Castillo: Por todo su apoyo brindado en mi formación profesional, su amistad y por sus conocimientos transmitidos. Muchas gracias doctor y que Dios lo bendiga siempre.

M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez: Agradezco el apoyo que brinda, principalmente por ser parte de un proyecto tan importante, mi tesis.

Ing. José Luis Rivera Bautista: Agradezco su apoyo, ya que fue parte fundamental para realizar este trabajo y ser parte de mi proyecto de Tesis.

T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel: Agradezco su ayuda para realizar el trabajo y revisar cálculos estadísticos de laboratorio.

A Tere Peña: Por tu apoyo en nuestra estancia en la Universidad, siempre disponible y de buen humor, a pesar de ser muchos Zootecnistas. Gracias teresita que Dios te cuide siempre.

A Mis Padres: Sr. Elías Antonio López Torres, Sra. Eva Aurelia López Estrada. Por todo su apoyo brindado como económico y moral, por sus consejos que sin importar la distancia siempre estuvieron ahí.

A Mi Abuelita: Sra. Cirila Emerenciana Torres López, por sus consejos que siempre me ha dado y que me han ayudado para salir adelante, gracias abuelita por todo.

A Mis Hermanos(as) y Mi Hermanito: Que me apoyaron en todo momento, tanto económico y moral, gracias hermanos por confiar siempre en mí a pesar de todos los obstáculos.

A Mi Esposo: Ing. Jesús Gutiérrez Mariscal, por tu apoyo brindado en lo económico, moral, por los consejos, regaños y por exigirme tanto, ahora entiendo que solo eran para bien, gracias de todo corazón por estar siempre a mi lado y por tu paciencia.

A Mi Madrina: Sra. Margarita Fernández Tobón, gracias por sus oraciones madrina, a través de ellas siempre ha estado junto a mí, sin ellas no había podido realizar mis sueños. Gracias por su amor.

A Mis Amigos: Gracias por su amistad, durante el largo caminar en nuestra estancia en la Universidad, Diego Cruz, Liliana Tapia, Gabriel Morales, Anel Alarcón, Ícela Mora, Eduardo Engracia y Luceybi Méndez.

A La Generación CXVII De Zootecnia: Siempre juntos en aulas de clases, laboratorios, prácticas. Gracias por su compañerismo.

DEDICATORIA

Primero que nada este logro se lo dedico a Dios por este darme el donde de la vida, ya que sin ella en estos momentos no estaría hasta aquí. Todo esto es gracias a ti Dios mío.

A mis padres:

Sr. Elías Antonio López Torres y Sra. Eva Aurelia López Estrada.

A ustedes, porque siempre creyeron en mí y porque hicieron todo lo posible para que saliera adelante. Dándome ánimos siempre y nunca dejarme vencer, que no obstáculo que impida poder lograr mis objetivos, así como ahora sé que se sentirán orgullosos de mí, tuve un tropiezo en la vida pero me levante y esto es para ustedes. Gracias Mami por darme la vida, por sacrificar y dedicar los mejores años de tu vida en mí, a ti Papi muchísimas gracias porque siempre confiaste en mi y por tus sabio consejos. Los amo con todo mi corazón y que dios los bendiga siempre.

A mi abuelita:

Sra. Cirila Emerenciana Torres López

A ti abuelita te dedico este logro que obtengo, a pesar de que siempre quería que nunca me fuera de la casa, este logro es por ti mama chila que dios bendiga siempre. Te amo abuelita.

A Mis Hermanos(as) y Mi Hermanito:

Jesús Dora López López

Armando Florencio López López

Lucía Rufina López López

Joel López López

Elías Antonio López López.

Les dedico este logro que hoy obtengo porque sé que siempre se van a sentir orgullosos de mí, ustedes han sido mi ejemplo a seguir de nunca dejarme vencer que no hay obstáculo que lo impida. Los quiero mucho y siempre los llevo en mi corazón.

A Mis Sobrinos(as):

Carlos Alberto Pérez López

José Adrian López Méndez

Rogelio Moisés López Gomes

Fernanda Liliana López Méndez

Carla Elizabeth Ballinas López

Eva Guadalupe Ballinas López

Lizbeth del Carmen Ballinas López

María de Jesús Pérez López

Martha patricia Ballinas López

A Mi Esposo: Ing. Jesús Gutiérrez Mariscal, te dedico este triunfo y lo comparto contigo, eres parte fundamental en mi vida.

A Mis Cuñados(as): Carlos Ballinas Corzo, Antonio Selin Peres Gutiérrez, Magdaly Victoria Méndez Gutiérrez y Sandra Elizabeth Gomes Gomes.

A Mi Madrina:

Sra. Margarita Fernández Tobón

Le dedico este logro con todo mi corazón, la quiero mucho y siempre viviré en mí porque su amor es parte de mí.

A Mi Tía:

Sr. Albina Gutiérrez.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El escrito, Concepción Cirila López López, estudiante de la carrera de ingeniero agrónomo zootecnista, con matrícula 294035 y autor de la presente Tesis manifiesto que:

1. Reconozco que el Plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según mi criterio y apreciación, de tal manera que no se ha suscrito en el "copiado y pegado" de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
5. Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente Tesis, así como el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionado al plagio académico a mi comité de asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

ATENTAMENTE



Concepción Cirila López López

Tesista de Licenciatura de la UAAAN
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio, 2014

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA.....	IV
MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN	2
Objetivo	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Calidad de la dieta	4
2.2 Fibra.....	5
2.3 Fibra detergente neutro (FDN).....	6
2.4 Fibra detergente ácido (FDA).....	7
2.5. Hemicelulosa (H)	8
2.6 Carbohidratos no estructurales (CNE)	9
2.7 Proteína cruda (PC)	9
2.8 Digestibilidad en forrajes	10
2.9 Alfalfa.....	11
2.9.1 Clasificación taxonómica.....	11
2.9.2 Calidad y valor nutritivo.....	12
2.9.3 Adaptación.....	12
2.9.4 Distribución en México	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Ubicación.....	14
3.2. Análisis químico.....	14
3.2.1. Tratamientos.....	15
3.3. Análisis estadísticos	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1. Análisis de resultados y discusión.....	16
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
VI. LITERATURA CITADA.....	23
ANEXOS.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contenido de fibra detergente neutro (FDN) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:10).....	17
Figura 2. Contenido de fibra detergente ácido (FDA) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).....	177
Figura 3. Contenido de Hemicelulosa (H) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).	18
Figura 4. Contenido de carbohidratos estructurales (CNE) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).....	188
Figura 5. Contenido de proteína cruda (PC) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).	1919
Figura 6. Contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).....	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de energía del forraje en diferentes estados fenológicos, consumo voluntario y como suplementar.....	8
Cuadro 2. Clasificación taxonómica	11
Cuadro 3. Contenido de nutrientes y energía en diferentes clases de forrajes	12
Cuadro 4. Contenido de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa, carbohidratos no estructurales (CNE) proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) en dietas a base alfalfa conteniendo concentrado comercial	21

RESUMEN

Se evaluaron tres dietas. El testigo T1, contenía 100:0 % heno de alfalfa (HA); concentrado comercial (CC); T2, 90:10 % HA:CC; T3, 80:20 % HA:CC. Para formar tres tratamientos y obtener el contenido de FDN, FDA, Hemicelulosa, CNE, PC y NDT. Se utilizó un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones. Las variables FDN, T1=39.47%, T2=38.73% y T3=39.03, FDA, T1=27.96%, T2=28.42 y T3=27.73%, Hemicelulosa, T1=11.51%, T2=10.31% y T3=11.3 y CNE, T1=26.51%, T2=27.37% y T3=26.9% no presentan diferencia estadística significativa ($P \geq 0.05$). Los contenidos de PC y NDT tuvieron diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$). De acuerdo a los resultados del contenido de PC, T1=19.5%, T2=20.3% y T3=21.2% esto significa que conforme fue incrementando el nivel de CC el contenido de proteína cruda incrementa y NDT, T1= 69.16%, T2=70.29% y T3=71.91%, estos valores indican que conforme incrementa el contenido de CC aumenta el porcentaje de NDT. Se concluye que la adición del CC mejora en contenido de PC y NDT, sin afectar el contenido de FDN, FDA, Hemicelulosa Y CNE.

Palabras claves: Alfalfa, FDA, FDN, Hemicelulosa, CNE, PC y NDT.

I. INTRODUCCIÓN

Los forrajes y el alimento para ganado en general, constituyen mínimo el 70% del costo de producción en los programas pecuarios (González, 1993). Y lo cual depende de los insumos empleados (Duarte, 2000)

La producción de forraje es una actividad fundamental para apoyar actividades estratégicas dentro del plan nacional de desarrollo como la producción de leche en México. Los forrajes son el material vegetativo con el cual se alimenta al animal e incluye; pasturas, henos, ensilajes y especies de raíces forrajeras, que no pueden ser utilizadas en esta forma para la alimentación humana (SEP, 1991) coincidiendo con Huss y Aguirre, (1979) que lo define como cualquier parte comestible no dañina, de una planta que tiene valor nutritivo y que es disponible para los animales en pastoreo.

En la actualidad, aumentar la eficiencia de utilización de la fibra en los forrajes es un reto enorme para los investigadores agropecuarios, objetivo que sólo puede lograrse mediante el conocimiento de los factores que afectan este proceso. Debe reconocerse que en los últimos 50 años se han obtenido grandes avances en el entendimiento del proceso de digestión de la fibra en el rumen y mucha de esta información ha sido traducida en estrategias prácticas de manejo nutricional. Por ejemplo, nuestro entendimiento de la importancia del nitrógeno para la degradación de fibra por microorganismos fibrolíticos ha llevado a la inclusión de urea en las dietas para rumiantes (Hungate, 1966).

Los recursos forrajeros juegan un papel fundamental en la nutrición de rumiantes y proveen más del 90% de la energía consumida por estos en todo el mundo (Fitzhugh *et al.*, 1978).

Bondi (1989), menciona que la importancia de un correcto racionamiento en función de sus requerimientos nutritivos para la salud y la optimización de los resultados económicos. De allí, la nutrición animal está relacionada con los

contenidos en energía, proteína, minerales y vitaminas, así como con la estructura física de los alimentos. Como también señala Buxadé, (1995), la utilización de las sustancias nutritivas contenidas en los alimentos, es decir, su aprovechamiento por los animales, se realiza mediante dos fases sucesivas: la utilización digestiva y la utilización metabólica. Además, los rumiantes tienen la habilidad de convertir alimentos de baja calidad en proteína de alta calidad (Vargas y Kolver, 1997).

Objetivo

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de FDN, FDA, Hemicelulosa, CNE, PC y NDT en dietas a base de heno de alfalfa (HA) suplementadas con 10 y 20 % de concentrado comercial (CC) para corderos en crecimiento.

Hipótesis

Hipótesis α : Dietas a base de heno de alfalfa (HA) suplementadas con concentrado comercial (CC) mejoran el contenido de FDN, FDA, Hemicelulosa, CNE, PC y NDT.

Hipótesis 0: Dietas a base de heno de alfalfa (HA) suplementadas con concentrado comercial (CC) no mejoran el contenido de FDN, FDA, Hemicelulosa, CNE, PC y NDT.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Calidad de la dieta

El único dato preciso sobre la digestibilidad de un alimento es particular, por un animal en particular, es aquel medido cuando el alimento es ofrecido a ese animal. En la práctica, sin embargo, el número de alimentos que deben ser probados, es mayor que la posibilidad de medirlos en experimentos con animales y en muchos casos, la cantidad de alimento disponible es muy pequeña para realizar esas pruebas, de manera que se ha dedicado mucho esfuerzo a la investigación de métodos de laboratorio para estimar la digestibilidad de los forrajes, los cuales sean adecuados para examinar muestras pequeñas de muchos forrajes.

A partir de estos valores de digestibilidad se puede derivar valores de nutrientes digestibles totales, equivalentes almidón y energía neta. Las relaciones más frecuentes contenido de fracciones químicas, tales como proteína cruda, fibra cruda, celulosa y lignina (Raymond, 1965).

Las limitaciones de los métodos químicos, han estimulado el interés en encontrar un método biológico, en el cual, la muestra de forraje sea digerida por los microorganismos del rumen, para introducir así tanto la composición química como la estructura física. A partir de los estudios realizados por (Marston *et al.* 1960), se han propuesto hasta el momento muchas técnicas de “rumen artificial”, las cuales varían en complejidad.

2.2 Fibra

En nutrición, el término fibra se refiere a los componentes dietarios derivados de plantas que no pueden ser digeridos por los sistemas enzimáticos de los mamíferos (Moore y Hatfield, 1994).

En términos prácticos, el término fibra se circunscribe a la pared celular de los forrajes. La pared celular es el mayor constituyente orgánico de los forrajes, ya que comprende del 40 al 80 % de la materia seca y está constituida por polisacáridos estructurales como celulosa, hemicelulosa y pectina. En el rumen del 40 al 80% de esos polímeros son fermentados por diversas especies de microorganismos, pero el 20 al 60 % restante no es utilizado (Van Soest, 1994).

El alto contenido de fibra en forrajes tropicales y su reducida digestibilidad por los rumiantes, es uno de los más grandes limitantes para la productividad animal en el trópico, se centra en dos grandes áreas. La primera tiene que ver con el consumo voluntario de rumiantes en pastoreo, factores que lo afectan y estrategias exitosas para incrementarlo. Debe reconocerse que, aunque de fácil determinación en animales estabulados, la estimación de este parámetro bajo condiciones de pastoreo ha sido tradicionalmente difícil e imprecisa. Estrategias como la renovación de praderas, el establecimiento de asociaciones gramínea – leguminosa y la suplementación estratégica, han sido utilizadas exitosamente para aumentar el consumo voluntario de rumiantes en pastoreo. La segunda área de discusión describe los factores que afectan la digestibilidad de la fibra en rumiantes y plantea estrategias para aumentar la degradabilidad de la fibra en el rumen. Ambas áreas están muy relacionadas entre sí, pues del adecuado entendimiento y optimización de ambos procesos, depende gran parte de la sostenibilidad económica y ambiental de la ganadería, (Barahona y Sánchez 2005).

2.3 Fibra detergente neutro (FDN)

El conocimiento de la digestibilidad de los alimentos es básico para establecer su valor nutritivo y, por tanto, para la formulación de raciones para los animales rumiantes.

En la búsqueda de una mejor caracterización química de los forrajes, se considero más conveniente, dividir la materia seca en: contenido celular y pared celular. La FDN es la fracción o porción de la muestra de alimento que no es soluble en detergente neutro (método de los detergentes de Van Soest). Esta básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, y se le denomina pared celular. Las misma se correlaciona inversamente con el consumo voluntaria de MS. Ocupan espacio en el rumen, se digieren lentamente y en diferente porcentaje (Ensminger *et al*, 1990: Schfiel *et al*. 1994). La parte o diferencia que es soluble en detergente neutro se considera como contenido celular y es totalmente digerible.

Este método consiste en hervir a reflujó con una solución neutra una muestra de alimento, secado a una temperatura inferior a los 55°C. Al residuo obtenido se le llama pared celular, si proviene de un material vegetal y si no es de un material vegetal se le denomina fibra detergente neutro. El detergente debe ser neutro para evitar que algunos compuestos que pertenecen a la fibra sean disueltos, como sucede con la hemicelulosa, la cual se disuelve a un pH ácido y la lignina se disuelve en un pH alcalino. (Van Soest, 1967).

Este método permite obtener una fracción soluble, la cual resulta ser casi completamente digestible para rumiantes y no rumiantes. Este hecho es muy interesante porque las características de solubilidad en el detergente neutro coinciden con la alta disponibilidad nutritiva. La fracción insoluble es prácticamente indigestible en no rumiantes pero en rumiantes es parcialmente digestible, este valor de digestibilidad de la fibra detergente neutro está incluido por otros factores.

La fibra detergente neutro (FDN) ha sido motivo de estudio en diferentes campos del conocimiento y con el advenimiento de nuevas tecnologías que se han utilizado para ampliar la caracterización de las regiones subcelulares y de sus interacciones, la importancia y estudio de la FDN se ha incrementado.

En términos prácticos, el término fibra se circunscribe a la pared celular de los forrajes. Este componente, extraído en detergente neutro (FDN), representa entre el 30 y el 80% de la materia orgánica (MO) en los recursos forrajeros. Mientras que en rumiantes, los solubles celulares (MO menos FDN) son casi completamente digeribles, la degradabilidad del FDN es muy variable, principalmente debido a diferencias en composición y estructura. Esto resulta en una limitada disponibilidad de la energía en forrajes para los rumiantes (Buxton y Redfearn, 1997), dado que en muchos casos, más del 50% de la fibra dietaria pasa a través del tracto digestivo sin ser degradada (Cherney *et al.*, 1991).

2.4 Fibra detergente ácido (FDA)

Es la proporción de la muestra de alimento que es insoluble en un detergente ácido (método de los detergentes de Van Soest). Esta básicamente compuesta por celulosa, lignina y sílice. La importancia de la misma es que esta inversa correlacionada con la digestibilidad del forraje.

Este procedimiento permite una rápida determinación de la lignocelulosa en los alimentos. Sin embargo, en esta fracción también aparece la sílice. La diferencia entre el valor de la pared celular y la fibra ácido detergente da una estimación del valor de la hemicelulosa ya que esta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. El método de fibra detergente ácido se emplea como paso preliminar para la determinación de lignina.

Un método directo para la determinación de lignina por medio del permanganato, permite la determinación de la celulosa y cenizas insolubles. La determinación de cenizas insolubles es una forma de estimar el contenido de sílice en muchos forrajes, es factor sobresaliente en la reducción de digestibilidad (Crampton y Harris, 1970).

Cuadro 1. Contenido de energía del forraje en diferentes estados fenológicos, consumo voluntario y como suplementar.

TND %	ED kcal/kg	EM kcal/kg	Condición del forraje	Consumo voluntario MS (% PV)	Necesario Suplementar
60-65	2750	2250	En crecimiento	Mínimo 3.0	P
55-60	2550	2075	Ensilaje de maíz y cereales en estado tierno	3.0	EM, P
50-55	2350	1900	Henos de leguminosas y ensilaje de maíz	2.5-3.0	EM, P
45-50	2100	1725	Henos de gramíneas y gramíneas en letargo	1.5	EM, PC, P, Ca
45-40	1850	1525	Heno de gramíneas con herbáceas y heno de forraje maduro	1.5-1.0	EM, PC, P, Ca
40-35	1650	1350	Pajas y residuos de cosechas	1.0 ó menos	EM, PC, P, Ca

Crampton y Harris, (1970). Applied animal nutrition.

2.5. Hemicelulosa (H)

Es un grupo de sustancias, entre las cuales se incluye un grupo de pentosas y ciertas hexosas, que son mucho menos resistentes a los agentes químicos que la celulosa. Se definen comúnmente como carbohidratos insolubles en el

agua en ebullición, pero solubles en un álcali diluido, que se hidroliza por la acción de los ácidos diluidos para transformarse en azúcar sencillo y, muy frecuente, en ácidos irónicos, principalmente el glucurónico y el galacturónico: en este caso se les da el nombre de poliuronidos.

La hemicelulosa existe en abundancia en los forrajes y otros productos alimenticios. Es muy importante considerarlos como grupo independiente para el estudio de la digestibilidad de los carbohidratos superiores. Esta se puede estimar por la diferencia entre los valores de FDN y FDA.

2.6 Carbohidratos no estructurales (CNE)

El grupo de estos nutritivos llamados hidratos de carbono o carbohidratos, comprende de los azúcares, almidones, celulosas, gomas, y otras sustancias a fines; estos constituyen tres cuartas partes del peso en materia seca de los vegetales en que se basa la nutrición animal y se forma en las plantas mediante la fotosíntesis.

Los hidratos de carbono de la planta son utilizados por el animal como fuente de energía en procesos vitales, así resulta que toda la vida animal depende en la realidad de fotosíntesis. Además, el extracto no nitrógeno contiene pentosas y pequeñas cantidades de otros polisacáridos complejos, los cuales no son completamente digeribles.

2.7 Proteína cruda (PC)

El término o adjetivo de bruto o cruda, es para indicar que no son solo determinaciones de entidades químicas puras, sino que además se obtiene otros compuestos que no son estrictamente proteínas.

Se les denomina proteína cruda, porque no solo se determinan proteínas sino que también compuestos nitrogenados que no son estrictamente proteínas. Las proteínas son compuestos nitrogenados que están integrados por cadenas de aminoácidos que son necesarios para realizar las funciones fisiológicas del animal. El principio básico de este método se basa en la conversión del nitrógeno de las sustancias nitrogenadas en amonio.

2.8 Digestibilidad en forrajes

Los forrajes tienen una gran proporción de su materia orgánica en forma de fibra, lo que les provee integridad estructural. La facilidad con la que los microorganismos del rumen degradan esa fibra, depende de la distribución de las diferentes moléculas (celulosa, hemicelulosa, lignina) dentro de la planta, de los enlaces entre ellas y de su sustitución con compuestos fenólicos (Chesson *et al.*, 1983). A su vez, la resistencia a la reducción del tamaño de partícula, factor fundamental en la degradación de fibra, está directamente asociada a la cantidad de fibra presente en los forrajes.

En el rumen, el tamaño y la forma de las partículas determinan la velocidad de su degradación por los microorganismos. En general, los rumiantes pasan más tiempo regurgitando y masticando las gramíneas que las leguminosas y más tiempo masticando forrajes maduros que inmaduros (Buxton y Redfearn, 1997). Las partículas de leguminosas son a menudo cuboídales en el rumen, mientras que las de gramíneas son alargadas y delgadas. Esto resulta en mayores tasas de pasaje para las partículas de leguminosas, puesto que las partículas filamentosas de los pastos tardan más tiempo en abandonar el rumen. Debe aclararse que, aunque en las leguminosas la tasa de degradación del FDN potencialmente digerible es más rápida que en gramíneas, éstas tienen en general una mayor proporción del FDN que es potencialmente digerible. Dependiendo de la madurez, los rumiantes digieren del 40 al 50% del FDN de las leguminosas y de 60 al 70% del FDN de las

gramíneas de clima templado. La proporción de energía digerible obtenida a partir del FDN varía de 20 a 40% en el caso de las leguminosas (60–80% a partir de solubles celulares) y de 50 a 80% en el caso de las gramíneas (20–50% a partir de solubles celulares). En consecuencia, la mayor parte de la energía digerible en las leguminosas proviene de los solubles celulares y no de la fibra como en las gramíneas.

2.9 Alfalfa

Según Tysdal, (1972), la alfalfa; *Medicago sativa* es originaria del sureste de Asia. Aunque se encuentran formas de ella y especies afines, como plantas espontáneas, diseminadas en las regiones centrales de Asia e incluso de Siberia. Para Hayne, (1959), la alfalfa es una leguminosa herbácea perenne muy extendida. Sus flores pueden ser de varios tonos de púrpura o amarilla y hay algunos casos en que son blancas; se forman en racimos abiertos. Las vainas son retorcidas y tienen de una a cinco espirales. Cada vaina lleva varias semillas en forma arriñonada. La alfalfa pertenece a la familia de las leguminosas. Se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto.

2.9.1 Clasificación taxonómica.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
Especie	Magnoliophyta
División	Magnoliopsida
Clase	Rosidae
Subclase	Fabales
Orden	Fabaceae
Familia	Faboideae
Subfamilia	Trifolieae
Tribu	Medicago
Genero	Medicago sativa

2.9.2 Calidad y valor nutritivo

No obstante, como fuente de nutrientes, los forrajes presentan una composición muy variable (Tabla 1), si se les compara con cualquier otro alimento animal, siendo múltiples los factores que afectan su calidad composicional (Wilkins, 2000).

Cuadro 3. Contenido de nutrientes y energía en diferentes clases de forrajes

Forraje	Energía metabolizable MJ·kg ⁻¹ de MS	Proteína cruda g·kg ⁻¹ de MS
Pastos, henos y ensilajes de clima templado	7.0 – 13.0	60 – 250
Pastos tropicales	5.0 – 11.0	20 – 200
Ensilaje de maíz	10.0 – 12.0	60 – 120
Pajas de cereales	5.0 – 8.0	20 – 40
Cultivos de raíz	11.0 – 14.0	40 – 130

Fuente: Wilkins, (2000)

2.9.3 Adaptación

Burkart, (1952), la alfalfa prefiere los climas templados cálidos, aunque puede darse en gran diversidad de climas de acuerdo con las variedades y la humedad relativa del aire. Las altas temperaturas no son perjudiciales para su crecimiento, pero altas temperaturas con humedad aun moderada, son dañosas hasta el punto de ser impracticable su cultivo en las regiones subtropicales húmedas.

2.9.4 Distribución en México

Klinkowski, (1933); divide el área cultivada de alfalfa en México en cinco zonas:

1. Zona central
2. Zona pacifico norte
3. Zona norte
4. Zona pacífico sur
5. Zona del golfo

En donde califica a la zona 1, como la más importante. Además asienta que, “A excepción del estado de Hidalgo, la alfalfa crece muy pequeña en las regiones secas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

Este trabajo de investigación se realizó en la Unidad Metabólica e Investigación y el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. La cual se encuentra ubicada en la Ex-Hacienda Buenavista localizada a 7 kilómetros al sur de la ciudad. Las coordenadas geográficas extremas que delimitan son: 25° 22' 44" N y 100° 00' 00" O, con altitud de 1700 msnm. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por (García, 1973). El clima BS0kx'(w)(e'), de lo más seco-árido, templado con verano fresco largo, con régimen de lluvia escasas todo el año. Tendiendo a llover en el verano y clima extremoso. La temperatura media anual es de 16.9 C°, con una precipitación media anual de 275 mm (SMN, 2012.)

3.2. Análisis químico

Muestras de las dietas, fueron tomadas para su posterior análisis y fueron secadas en una estufa a 60° C y molidas a través de una malla de 1mm en un molino marca Wiley. Fueron analizadas para determinar materia seca (MS) a 105° C, humedad y extracto etéreo (EE). El contenido de proteína cruda, (PC = N x 6.25) vía procedimiento Kjeldahl (AOAC, 1997). La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) se determinó de acuerdo a (Goering y Van Soest, 1970). El contenido de hemicelulosa se obtuvo de la diferencia de FDN – FDA = Hemicelulosa. La estimación de los carbohidratos no estructurales se realizó al aplicar la siguiente ecuación (Van Soest, 1994): $CNE (\%) = MS - (PC + EE + Cenizas + FDN)$. La estimación

de los nutrientes digestibles totales (NDT) fueron calculados de acuerdo a ecuaciones reportadas (Crampton y Harris, 1970).

3.2.1. Tratamientos

La ración base de los tratamientos fue preparada con alfalfa con la inclusión de un concentrado comercial en tres diferentes porcentajes, (1) ración base (alfalfa) 0% concentrado; (2) ración base + 10 % concentrado; (3) ración base + 20 % concentrado.

3.3. Análisis estadísticos

Los datos de contenido de FDN, FDA, Hemicelulosa, CNE, PC y NDT, fueron evaluados mediante un análisis de varianza para un diseño completamente al azar con 3 repeticiones. Para la comparación de medias se aplicó Tukey (Steel y Torrie, 1980).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de resultados y discusión

En la cuadro 4, se presentan los valores encontrados en las dietas utilizadas conteniendo T1, heno de alfalfa (HA), T2, HA + 10% concentrado comercial (CC) y T3, HA + 20% CC. En el análisis estadístico de los resultados obtenidos, en FDN, FDA, Hemicelulosa, CNE; no se encontró diferencia significativa ($P>0.05$). A excepción la PC que presentó diferencia numérica con valores de 19.5, 20.3 y 21.2 para las dietas a base de alfalfa y alfalfa + 10 y + 20 % de CC respectivamente; y diferencia estadística ($P=0.087$). El contenido de nutrientes digestibles totales NDT (%) fue estadísticamente significativo ($P>0.05$), con los siguientes valores; 69.2, 70.3 y 71.9 respectivamente para los tratamientos T1 a base de heno de alfalfa (HA), T2, HA + 10 % CC y T3, HA + 20 % CC. Donde el T3 es igual al T2 y T2 es igual al T1.

Los coeficientes de NDT encontrados en las tres dietas son buenos. Tratándose de heno de alfalfa y más aun el agregar 10 y 20 % de CC mejoró el contenido de NDT. Valores de 60-65 % NDT reportan Crampton y Harris, (1970) como máximo en forrajes en crecimiento en el cual recomienda suplementar P y tener consumo mínimo de 3.0 kg/d.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las variables en estudio, se presentan gráficas (1, 2, 3, 4, 5 y 6) respectivamente para FDN, FDA, Hemicelulosa, CNE, PC y NDT.

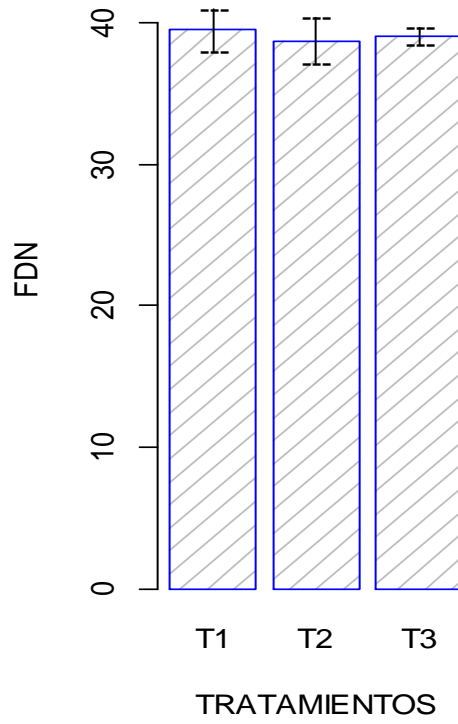


Figura 1. Contenido de fibra detergente neutro (FDN) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:10).

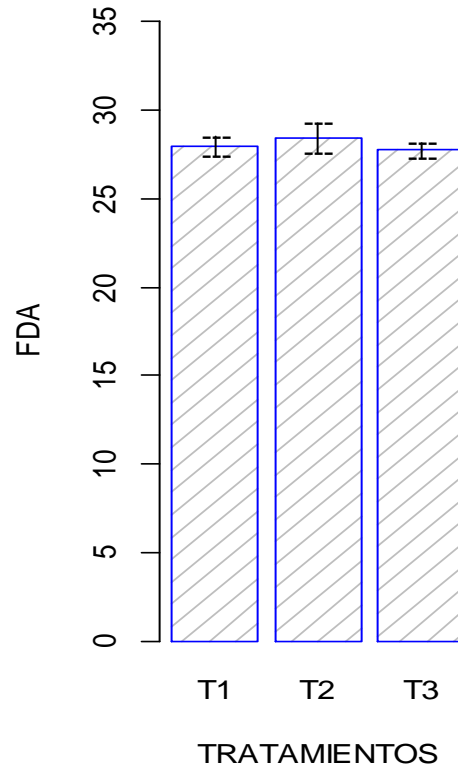


Figura 2. Contenido de fibra detergente ácido (FDA) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).

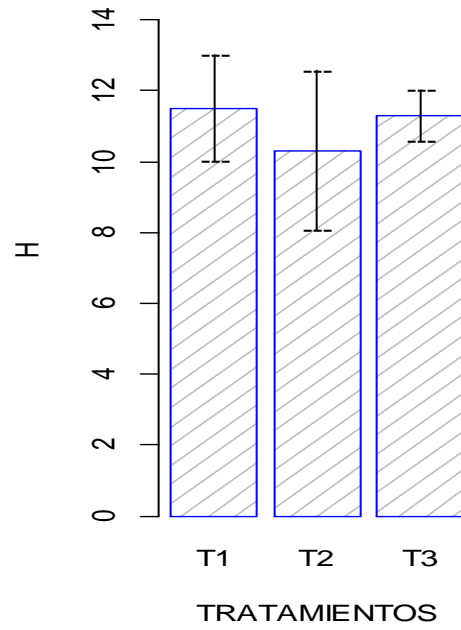


Figura 3. Contenido de Hemicelulosa (H) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).

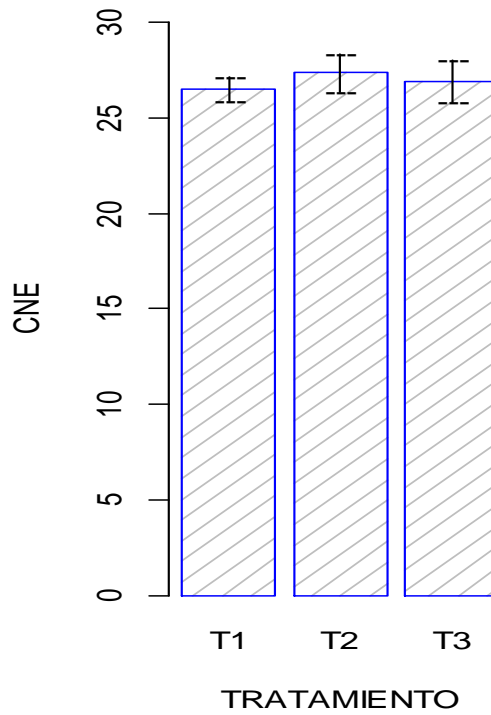


Figura 4. Contenido de carbohidratos estructurales (CNE) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).

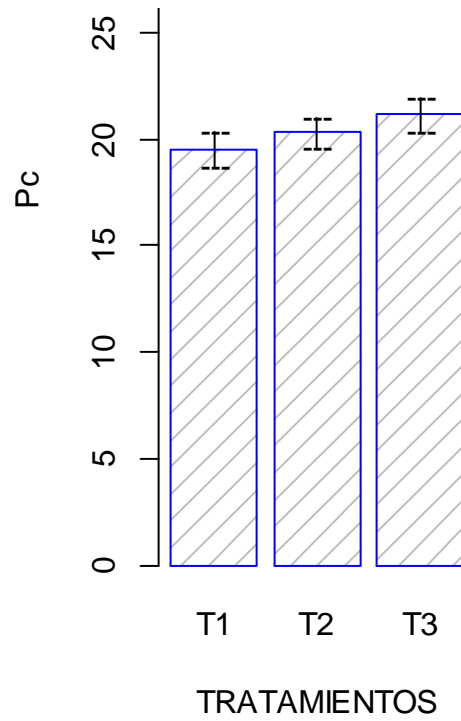


Figura 5. Contenido de proteína cruda (PC) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).

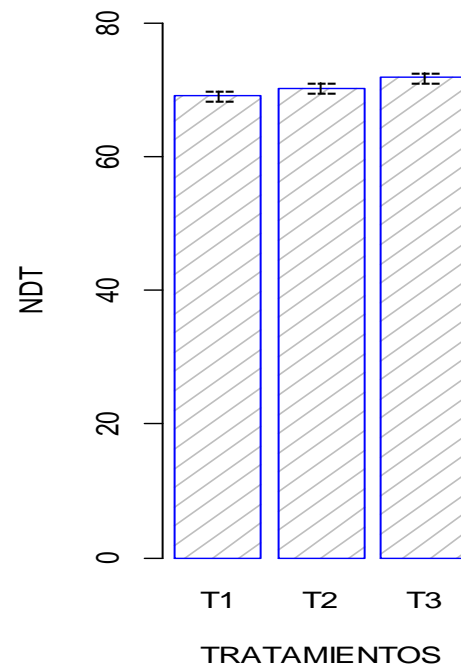


Figura 6. Contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) en el heno de alfalfa: concentrado comercial (CC) (100:0, 90:10 y 80:20).

Este nivel de PC 20.3 % promedio ó 200 g de proteína diario recomienda NRC, (1985), para corderos en crecimiento. Podría proporcionar la PC requerida con el solo consumo de heno de alfalfa de buena calidad. En este caso la alfalfa era de excelente calidad. Lo cual lo manifiesta su contenido de PC, FDN, CNE, PC y NDT.

Por lo tanto, a continuación se describe la importancia de las determinaciones, y la utilidad de las dietas a base de heno de alfalfa suplementada con 10 y 20 % con concentrado comercial (CC). Los contenidos de pared celular (FDN y FDA) no fueron afectados por la inclusión del CC en 10 y 20 % a la dieta. Se esperaba que la inclusión del CC disminuyera el contenido de fibra en las raciones. Sin embargo, no ocurrió. Esta situación sería favorable ya que la FDN es la fracción o porción de la muestra de alimento que no es soluble en detergente neutro. La misma se correlaciona inversamente con el consumo voluntario de MS. Ocupan espacio en el rumen, se digieren lentamente y en diferente porcentaje (Ensminger *et al.* 1990; Schofield *et al.* 1994). Por lo tanto, estimula la producción de saliva (McBurney *et al.*, 1981).

De igual manera, la producción de saliva es importante, esta proporciona un flujo de líquido hacia el rumen. Entre las funciones de la fibra es estimular la rumia, y la cual provoca la producción de saliva. La fibra, por su baja densidad, contiene volumen y requiere ser rumiada para reducir las partículas a un tamaño que puedan pasar a través del orificio retículo-omasal. Por esta razón, debe incluirse suficiente fibra gruesa en la ración Van Soest, (1994) para estimular la rumia y la adecuada salivación. La fibra del forraje a su vez, también proporciona un efecto amortiguador (buffer) a través del intercambio catiónico (McBurney *et al.*, 1981).

El nitrógeno de la proteína y otros compuestos son transformados y al final, el amonio así liberado es destilado en una solución de ácido bórico. El amonio en la solución ácido bórico es titulado ácido sulfúrico estandarizado

(Harris, 1970). En este caso se obtiene en contenido (%) de nitrógeno, el cual es multiplicado por el factor nitrógeno 6.25.

Las dietas evaluadas tenían valores de 19.5, 20.3 y 21.2. Valor menor (14.1 %) en PC de heno de alfalfa curada al sol presenta Macgregor, (2000). Valor que para programas de comportamiento pudieran requerir suplementar proteína.

Cuadro 4. Contenido de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa (H), carbohidratos no estructurales (CNE) proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) en dietas a base alfalfa conteniendo concentrado comercial.

Variables	Alfalfa	Alfalfa + 10% CC	Alfalfa + 20% CC	CV	P>F
FDN	39.5	38.7	39.0	3.50	0.808
FDA	28.00	28.4	27.7	2.66	0.567
Hemicelulosa	11.5	10.3	11.3	16.32	0.708
CNE	26.5	27.4	26.9	4.15	0.671
PC	19.5	20.3	21.2	3.22	0.087
NDT	69.16	70.29	71.91	1.16	0.035*

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los análisis realizados a las tres dietas a base de heno de alfalfa más la inclusión del 10 y 20 % del CC no afectaron los contenidos de FDN, FDA, Hemicelulosa, CNE. Sin embargo, la estimación y análisis de los nutrientes contenidos en la dieta presentan efecto en la determinación de PC y NDT %; con valores ligeramente mayores en las dietas que contenían CC.

El heno de alfalfa era de excelente calidad. Pero el agregar el CC afectó positivamente el contenido de PC y NDT.

Se recomienda realizar pruebas de comportamiento y metabólicas *in vivo* para una evaluación más completa de las raciones.

VI. LITERATURA CITADA

AOAC. 1997. Official methods of analysis (16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Barahona R. R. y S. P. Sánchez. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Corpoica*, 6(1): Pp. 69-82.

Bondi A. 1989. *Nutrición Animal*. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.

Burkart, A. 1952. *Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas*. 2da edición; Acme Agency, buenos aires.

Buxadé, C. 1995. *Zootecnia, bases de producción animal*, Editorial Mundi prensa, España.

Buxton, D. R. y Redfearn, D. D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. Conference: New Developments in Forage Science Contributing to Enhanced Fiber Utilization by Ruminants. *Journal of Nutrition*, 127: 814S–818S.

Castillo G. E. 1988. Atributos asociados a la calidad nutritiva de los forrajes tropicales. 2ª Reunión Bianual de Nutrición Animal. U.A.A.A.N saltillo, Coahuila, México. Pp. 22, 23, 24.

Cherney, J.H., Cherney, D.J.R., Akin, D.E. y Axtell, J.D. 1991. Potential of mid-rib, low-lignin mutants for improving forage quality. *Advances in Agronomy*, 46: 157–198.

Chesson, A., Gordon A. H. y Lomax, J. A. 1983. Substituent groups linked by alkali-labile bonds to arabinose and xylose residues of legume, grass

and cereal straw cell walls and their fate during digestion by rumen organisms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34: 1330-1340.

Crampton, E. W., L. E. Harris. 1970. *Applied animal nutrition*. 2nd Edition. *The Use of Feedstuffs in the Formulation of Livestock Rations*. Editors G. W. Salisbury, E. W. Crampton. W. H. Freeman and Company, San Francisco, CA. USA. Cap. 14. Pp. 285-309.

Duarte, F., Castro, G., Gutiérrez, E., Tena, J. 2000. Engorda de toretes con ensilaje de estiércol de cerdo con melaza y paja de sorgo y suplementos proteínicos. *Revista y páginas*

Ensminger, M. E.; J. E. Oldfield and W. W. Heinerman. 1990. *Feeds and nutrition*. 2^a Edition. Ed. The Ensminger Publishing Company. Pp.

Fitzhugh, H.A., Hodgson, H.J., Scoville, O.J., Nguyen, T.D. y Byerley, T.C. 1978. *The Role of Ruminants in Support of man: Winrock Report*. Winrock Foundation, Morrilton, Arkansas.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificaciones climatológicas de Koppen*. Universidad Nacional 2^a edición. Instituto de geografía UNAM. México. Pp. 246.

Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. *Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications)*. Agric. Handbook N° 379. ARS, USDA, Washington, D. C.

González S.S. 1993. Improving utilization of poor quality forages with yeast culture. En Lyons TP (Ed) *Biotechnology in the Feed Industry*.

Proceedings of the Ninth Annual Symposium. Nicholasville, Kentucky, US. pp: 255-267.

Harris, L. E. 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. Vol. I. An International Record System and Procedures for Analyzing Samples. Lorin E. Harris, Editor. Logan, Utah, U.S.A. Pp. 2501, 3201

Haynes J. L., and L. E. Thetcher. 1959. Banc seeding method for meadow cropla. Revista? 35+262.

Hoffman, P. C., K. M. Lundberg, L. M. Bauman, R. D. Shaver y F. E. Contreras-Govea. 2007. Digestibilidad in vitro del FDN (fibra detergente neutra): el debate de 30 vs 48 horas. Focus on forage, 5(16); Pp 1-4.

Hungate, R.E. 1966. The Rumen and its Microbes. Academic Press, New York. Pp

Klinkowski, M. 1933. Lucerne: Its ecological position and distribution in the world. Bull. Imp. Bur. Pl. Genet. Herb. Pl., 12:4. 61 pp. Aberystwyth, Wales. (Translated by G. M. Roseveare).

Macgregor, C. A. 2000. Directory of feeds & feed ingredients. Hoard's Dairyman. Third Edition. Printed in the USA. Pp. 6-7.

Martson, H.R. 1960. The fermentation of cellulose in vitro by organism from the rumen of sheep. Biochemical Journal, 42(4):564-574.

- McBurney, M.I., P. J. Van Soest, L. E. Chase. 1981. Cation exchange capacity of various feedstuffs in ruminant rations. Cornell Nut. Conf. Syracuse, New York. USA. Pp. 16-23.
- Moore, K. J. y Hatfield, R. D. 1994. Carbohydrates and forage quality. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization (Fahey, G. C., Jr., Collins, M. C., Mertens, D. R. & Moser, L. E., Eds.). American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 229–280.
- NRC. 1985. Nutrient requirement of sheep. National Research Council. National Academy Press. Sixth revised Edition. Washington, D. C., USA.
- S.E.P. 1991. Cultivos forrajeros. Segunda edición. Primera reimpresión. Editorial Trillas. México, DF. Pag. 9
- Shelton, D. C. y Reid, F. L. 1960. Measuring the nutritive value of forages using in vitro rumen technique. In International Grassland Congress 8th, Reading. Pp. 524-538.
- Schofield, P.; R. E. Pitt and A. N. Pell. 1994. Kinetics of fiber digestion from in Vitro gas production. J. Anim. Sci. 7:2980-299.
- Schofield, P.; R. E. Pitt and A. N. Pell. 1994. Kinetics of fiber digestion from in Vitro gas production. J. Anim. Sci. P.298-299.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: A Biometrical Approach (2^a Ed.) McGraw-Hill Publishing Co., New York.

- Tilley, J.A. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J Brit Grassland Soc., 18: Pp. 104-111.
- Tysdal, H. M. and Westover, H. L. 1937. Alfalfa Improvement. USDA Yearbook. 12: 1122-53.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. 2nd ed., Cornell University Press. New York.
- Van Soest, P.J., R.H. Wine and L.A. Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. Proc. 10th Int. Grasslands Congr., Helsinki. Pp. 438-411.
- Vargas, G. A. y Kolver, E. S. 1997. Microbial and animal limitations to fiber digestion and utilization. Conference: New Developments in Forage Science Contributing to Enhanced Fiber Utilization by Ruminants. J. Nutrition 127: 819S–823S.

ANEXOS

FDN

Cuadro A1: Análisis de varianza para FDN.

ANVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Suma de medias	F valor	Pr (>F)
Tratamiento	2	0.8425	0.42123	0.2244	0.8084
Repetición	2	2.7287	1.36433	0.7369	0.5379
Error	4	7.5074	1.87685		

Cuadro A2: Comparación de medias de FDN.

Grupo	Tratamiento	Medias
A	T1	39.47
A	T3	39.03
a	T2	38.73

FDA

Cuadro A3: Análisis de varianza para FDA.

ANVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Suma de medias	F valor	Pr (>F)
Tratamiento	2	0.73108	0.36554	0.6561	0.567
Repetición	2	0.05553	0.02776	0.0498	0.952
Error	4	2.22859	0.55715		

Cuadro A4: Comparación de medias de FDA.

Grupo	Tratamiento	Medias
A	T2	28.42
A	T1	27.96
A	T3	27.73

Hemicelulosa.

Cuadro A5: Análisis de varianza para hemicelulosa.

ANVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Suma de medias	F valor	Pr (>F)
Tratamiento	2	2.4553	1.2276	0.3777	0.7075
Repetición	2	2.7299	1.3650	0.4200	0.6830
Error	4	13.0006	3.2502		

Cuadro A6: Comparación de medias de hemicelulosa.

Grupo	Tratamiento	Medias
a	T1	11.51
a	T3	11.3
a	T2	10.31

CNE.

Cuadro A7: Análisis de varianza para CNE.

ANVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F Valor	Pr (>F)
Tratamiento	2	1.1049	0.55243	0.4416	0.6710
Repetición	2	0.1125	0.05623	0.0449	0.0565
Error	4	5.0043	1.25107		

Cuadro A8: Comparación de medias de CNE.

Grupo	Tratamiento	Medias
a	T2	27.37
a	T3	26.9
a	T1	26.51

PC.

Cuadro A9: Análisis de varianza para PC.

ANVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Suma de medias	F valor	Pr (>F)
Tratamiento	2	4.1023	2.05114	4.7759	0.08712
Repetición	2	2.0698	1.03492	2.4097	0.20570
Error	4	1.7179	0.42948		

Cuadro A10: Comparación de medias de PC.

Grupo	Tratamiento	Medias
a	T3	21.15
a	T2	20.28
a	T1	19.49

NDT

Cuadro A11: Análisis de varianza de NDT.

ANVA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Suma de medias	F valor	Pr (>F)
Tratamiento	2	11.4930	5.7465	8.5989	0.03561*
Repetición	2	0.5328	0.2664	0.3987	0.69522
Error	4	2.6731	0.6683		

Cuadro A12: Comparación de medias de NDT.

Grupo	Tratamiento	Medias
a	T3	71.91
ab	T2	70.29
b	T1	69.16