

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

**DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE LA MATERIA SECA
(DIMS) DE 9 FUENTES DE PROTEINA Y ENERGIA
MAS COMUNES UTILIZADAS EN LA
ALIMENTACION DE BOVINOS**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A
CARLOS JACOBO ANAYA WITTMAN

LAS AGUJAS, MPIO. DE ZAPOPAN, JAL. 1987



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

ABR 11 30, 1966.

C. PROFESORES

ING. M.C. JUAN FUERTES, DIRECTOR.
ING. M.C. LEONARDO GALDEANO, ASESOR.
M.V.Z. C. JOSÉ MARQUEZ MALLA, ASESOR.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"DIGESTIBILIDAD 'IN VITRO' DE LA MATERIA SECA (DMS) DE 9 FUENTES DE PROTEÍNA Y ENERGÍA MÁS COMUNES UTILIZADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS."

presentado por el PASANTE CARLOS JACOBO ANAYA VITTIAN han sido ustedes designados Director y Asesoras respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JOSÉ ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Septiembre 12, 1986.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
 DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
 DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
 PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

CARLOS JACOBO ANAYA WITTMAN titulada,

"DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE LA MATERIA SECA (DIMS) DE 91 FUENTES DE PROTEINA Y ENERGIA MAS COMUNES UTILIZADAS EN LA ALIMENTACION DE BOVINOS."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

Juan Ruiz Montes
 ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES.

ASESOR.

Leonel Gonzalez Jauregui
 ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI

ASESOR.

Enrique Vazquez Avalos
 M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Jorge Anaya Zamora

Alicia Wittman de Anaya

Porque con su esfuerzo, amor y
comprensión me enseñaron un camino
a seguir y me dieron la posibilidad
de ser lo que soy.

A MIS HERMANOS:

Jorge E. Anaya Wittman

Marcela S. Anaya Wittman

Porque han sido un ejemplo a
seguir en el camino de la vida.



AGRADECIMIENTOS.

ING. JUAN RUIZ MONTES
ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS

Director y asesores de esta tesis respectivamente.
Por haberme impartido sus conocimientos en forma
desinteresada, los cuales fueron fundamentales en
mi formación profesional.

AL INSTITUTO DE MADERA CELULOSA Y PAPEL DE LA UNIVERSI_
DAD DE GUADALAJARA.

En especial al jefe del Laboratorio de Bioingenie-
ría Ing. Virgilio Zúñiga Partida y a la Téc. Quím.
Ma. de la Luz Hernández Ruiz por su valiosa cola -
boración y atinadas orientaciones.

A MIS COMPAÑEROS:

Margarita Diaz Gómez.
Héctor Manuel Gil Silva.
Gerardo Mercado Ramirez
Rodolfo René González Reynoso
Galdino Daniel Gonzalez Covarrubias
Andrés Gutierrez Lomelí

A TODAS AQUELLAS PERSONAS

Compañeros y amigos que de manera desinteresada
colaboraron en la realización de este trabajo.

I N D I C E

	PAG.
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivo	3
II.- REVISION DE LITERATURA	4
2.1.- Métodos para determinar la digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIMS)	4
2.2.- Factores que limitan y afectan la digestibilidad de los forrajes y concentrados	6
2.3.- Digestibilidad "in vitro" de algunos forrajes.	8
2.4.- Efecto de algunos productos químicos sobre la digestibilidad "in vitro".	17
III.- MATERIALES Y METODOS	19
3.1.- Localización del experimento	19
3.2.- Tratamientos estudiados	19
3.3.- Desarrollo del experimento	20
3.4.- Duración del experimento	22
3.5.- Diseño experimental	22
3.6.- Variables a estudiar	23
IV.- RESULTADOS	24

	PAG.
V.- CONCLUSIONES	38
VI.- RESUMEN	40
VII.- BIBLIOGRAFIA	43
VIII.- APENDICE	51

I N D I C E D E C U A D R O S

No. DE CUADRO	D E S C R I P C I O N	PAG.
1	Arreglo de los Tratamientos Estudiados.	19
2	Composición Química en % de las Diferentes Fuentes de Proteína y Energía.	25
3	Análisis de Varianza para los % de Digestibilidad de la Materia Seca con Diferentes Fuentes de Proteína y Energía.	26
4	Prueba de medias para los Alimentos según Duncan.	28
5	Prueba de Medias para los Tiempos de Fermentación según Duncan.	29
6	Efecto de Diferentes Tiempos de Fermentación de Todos los Alimentos sobre la Digestibilidad "in vitro" de la Materia Seca (%).	31
7	Ecuación de Regresión, Coeficiente de Correlación y Coeficiente de Determinación de todos los Productos Analizados.	34

No. DE CUADRO	DESCRIPCION	PAG.
8	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en la Soya.	35
9	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en el Gluten de Maíz	35
10	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en el Salvado de <u>Tri</u> go.	35
11	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en la Cascarilla de Cártamo.	36
12	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en la Harinolina.	36
13	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en el Salvado de Maíz	36
14	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en la Cascarilla de Algodón	37

No. DE CUADRO	DESCRIPCION	PAG.
15	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en el Cártamo.	37
16	Análisis de Varianza de la Regresión para la DIMS en función del Tiempo - de Fermentación en la Cebada.	37

No. DE GRAFICA	DESCRIPCION	PAG.
1	Relación de Digestibilidad y Tiempo de Fermentación en <u>To</u> dos los Productos Analizados.	32

I.- I N T R O D U C C I O N

La ganadería en México se ha convertido en una actividad muy limitada debido principalmente a la resección económica por la que atraviesa nuestro país y todo el mundo.

Esto ha conducido a que las personas que se dedican a esta actividad busquen mayor eficiencia de producción con menores costos.

En el sistema de alimentación basado en el uso de fuentes protéicas y energéticas como concentrados, es vital conocer la composición de éstos para lograr una mayor eficiencia.

En la formulación de raciones para bovinos, se requiere que el técnico especialista conozca a fondo todos los ingredientes que debe utilizar para lograr un equilibrio que lleve a obtener el mejor comportamiento de los animales.

Existen muchas técnicas que nos guían para conocer las características físicas y químicas que presentan las fuentes utilizadas en la formulación de raciones, sin embargo el más común es el método Mendee que nos da la información bromatológica de los alimentos.

Pero el conocer los principios nutritivos que contiene el alimento no es de gran utilidad, ya que esto no quiere decir que pueda ser asimilable por el animal.

La digestibilidad, es uno de los factores más importantes que determinan la calidad de un forraje, pero las mediciones realizadas en los animales "in vivo" resultan muy costosas por la necesidad de jaulas metabólicas, equipo de recolección de heces y la gran cantidad de alimentos necesarios para realizar el experimento.

En cambio, los estudios de digestibilidad "in vitro" son mucho más sencillos, ya que necesitan poca cantidad de alimento, son realizados en laboratorio, lo que hace que las condiciones sean más estables y los resultados obtenidos son muy confiables y aproximados a las determinaciones "in vivo" (2 ó 3% menores).

Al realizar la digestibilidad "in vitro" de los alimentos obtendremos como resultado una idea clara de las características de los productos que servirán para considerarlos en la formulación de dietas para bovinos.

Esto servirá para lograr un mejor aprovechamiento de los productos.

1.1.- Objetivo

El objetivo del presente trabajo es determinar la digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIMS) de 9 - fuentes de proteína y energía más comunes utilizadas en la alimentación de los bovinos (Cebada, Salvado de Maíz, Cártamo, Soya, Salvado de Trigo, Harinolina, Gluten de Maíz, Cascarilla de Cártamo y Cascarilla de Algodón).

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Métodos para determinar la digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIMS).

Las pruebas "in vitro" han sido ampliamente usadas durante los últimos 20 años para medir el valor nutritivo de forrajes y concentrados, así como para estudiar los requerimientos nutricionales de bacterias ruminales.

Entre las diversas pruebas "in vitro" existentes se podrían señalar las siguientes:

- a) Digestión en sistemas cerrados (Tilley y Terry, 1963; Alexander y McGowan, 1966; Minson y McLeod, 1972; Larsen y Jones, 1973).
- b) Determinación de ácidos grasos volátiles como indicadores de la disponibilidad de alimentos del animal (Morant et al, 1978).
- c) Conteo de microorganismos, bacterias y protozoarios por métodos directos e indirectos (Collins y Line, 1970; Hutjens, 1971; Czerkawski, 1974; Jones y Humphrey, 1978).
- d) Métodos químicos, análisis proximal, digestibilidad usando celulosas, determinación de celulosa, lignina y silicio (Van Soest y Wine, 1967; Goering y Van Soest 1975).

Urnes et al (1977), comparando la digestibilidad "in vivo" y la DIMS informaron que el análisis de regresión-

mostró un factor de corrección que puede ser aplicado en estimaciones "in vitro" para que sea más aproximado a los valores de digestibilidad "in vivo".

La técnica más usada para medir digestibilidad "in vitro" se basa en el método establecido por Tilley y Terry (1963) en el que .5 gr. de muestra son fermentados anaeróbicamente con líquido ruminal y saliva artificial por 48 hrs. a 39°C. Debido a que es un procedimiento sencillo y requiere de muy poco equipo y los resultados que se obtienen están altamente correlacionados con resultados obtenidos "in vivo", tanto en forrajes como en concentrados.

Schneider y Flatt (1975), señalan que los estudios "in vitro" aún no han probado ser un sustituto de los ensayos de digestión con animales, pero que pueden servir como guía en la alimentación de los rumiantes y tal vez, dar valiosas orientaciones para experimentos de digestibilidad posteriores.

Borquez (1980), indica que la fermentación "in vitro" de la materia seca, materia orgánica, energía o celulosa, durante 24 ó 48 hrs., u otros períodos de tiempo, son particularmente útiles para estimar la energía de los forrajes.

Asimismo McIlroy (1973), menciona que la digestibilidad "in vitro" puede ser utilizada eficientemente para pre

decir la digestibilidad "in vivo" de muchos forrajes.

2.2.- Factores que limitan y afectan la digestibilidad de los forrajes y concentrados.

Van Soest (1967), desarrolló un método de análisis que permite entender las relaciones entre la estructura de los forrajes y su calidad. Esto se debe a que los constituyentes de la pared celular (CPC), aquella fracción que es la insoluble en una solución detergente neutro y que incluye la celulosa, hemicelulosa y lignina, es la fracción de la célula vegetal más resistente a la fermentación y digestibilidad "in vitro" está íntimamente relacionada con la digestibilidad aparente de la materia seca.

Tilley et al (1969), al comparar la digestibilidad "in vitro" de forrajes de distinta madurez, observaron que la cantidad de celulosa digestible se mantuvo constante, pero que se incrementó el contenido de celulosa total y el porcentaje de celulosa indigestible al avanzar la madurez.

Smith et al (1972), observaron que la tasa de digestión "in vitro" de la pared celular estaba estrechamente correlacionada con la relación lignina-celulosa, mientras que la digestibilidad de la pared celular estaba relacionada con el contenido de lignina.

Mitchel (1932), demostró que un aumento en el nivel

de nutrición produce una disminución de la digestibilidad de los alimentos energéticos, aunque el efecto es menos claro - sobre otros nutrientes, se mide en términos de digestibilidad aparente.

Maynard y Loosli (1975), establecen que cuando la ración se reduce por debajo del nivel de mantenimiento los animales son más eficientes en la digestión de los alimentos y en la utilización de los nutrientes, estos cambios son más de efectos metabólicos que de capacidad digestiva.

Raymond (1966), menciona que los alimentos particularmente pueden tener diferente digestibilidad "in vivo" -- que "in vitro" ya que ciertos alimentos cuya digestión "in vivo" se realiza bajo un pH ruminal significativamente diferente al rango escogido para la determinación "in vitro"; es obvio que la actividad microbiana y enzimática sería alterada y lo cual se reflejará en los resultados.

Stobbs (1978), menciona que la velocidad de paso va ría según su digestibilidad, a mayor digestibilidad, menor velocidad de peso.

Church (1974), observó que la molienda, rotura o -- troceado de los granos aumentan significativamente la digestibilidad de éstos.

Campling (1964), menciona que el efecto de la mo---

tienda en la digestión voluntaria y en la digestibilidad depende del grado en que el tiempo de retención y la tasa de descomposición de los alimentos en el intestino se vean alterados por el tamaño de las partículas.

2.3.- Digestibilidad "in vitro" de algunos forrajes.

Rodríguez Garza (1984), realizó un experimento para determinar la digestibilidad de bagacillo de caña de azúcar y el consumo voluntario de raciones que contenían distintos niveles de este producto. Utilizando un análisis de regresión, encontró que el valor de la digestibilidad del bagacillo de la caña fue del 47.24%.

Veitia y Márquez (1973), estudiaron la digestibilidad de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) verde y del heno de la hierba Rhodes (*Choris gayana*) a tres intervalos de corte. El pasto pangola fue cortado a los 20, 40 y 60 días, y el heno de Rhodes cada 42, 63 y 84 días. Los mejores resultados se obtuvieron en el pasto pangola en su corte a los 20 días.

Losada et al (1976), hicieron estudios sobre digestibilidad "in vitro" de varias fuentes comunes de suplementos en dietas de caña integral molida con diferentes tiempos de fermentación. Los ingredientes utilizados fueron: pulido de arroz, pasta de coco, maíz molido y harina de sangre, con 6 tiempos de fermentación de 6, 12, 18, 24, 36 y 48 horas. -

Los resultados obtenidos muestran que el pulido de arroz y la harina de sangre presentaron valores de digestibilidad -- elevados a las 6 horas (77.9 y 78.9 respectivamente) mientras que la pasta de coco y el maíz molido mostraron valores intermedios y bajos (50.5 y 26.6) con una respuesta lineal a un mayor tiempo de fermentación.

Robles et al (1981), trabajaron con tallos y hojas de alfalfa, preparados de diferente manera: sin procesar, -- con agua hirviendo y fibra detergente neutra (ND I). Se le -- adicionó Au y Cr a cada preparación, la más baja adición fue para el NDF. La más alta recuperación fue encontrada con ND-I; en las preparaciones de agua hirviendo y sin procesar el Au y Cr pudo haber estado en las células solubles, las hojas y los tallos marcados tuvieron digestibilidad menor que las que no se marcaron; cuando se le agregó Cromo, redujo la digestión "in vitro" más que cuando se le agregó Plata excepto en NDF.

Ishizaki et al (1981), evaluaron y compararon el -- contenido de nutrientes, composición mineral y digestibilidad "in vitro" de alfalfa recogida por tres métodos, Fístula esofágica, recolección a mano y recortadas. Las fracciones -- de plantas consistían en materia seca, proteína cruda y extracto etereo, fibra cruda, cenizas, lignina y celulosa. Los minerales analizados incluían P, K, Ca, Na, S, Si, Al, Mn, -- Fe, Cu, Zn.

Todos los valores excepto aquellos de cenizas fueron expresados en base seca y encontraron que el contenido de P, Na, Mn, Zn, Ca, Cu, Al, Fe, fue mayor en la muestra esofagal, recolección a mano y recortadas, en ese orden. Las DIMS fueron mayores para muestras esofagales que para muestras recogidas a mano y recolectadas. La digestibilidad de materia orgánica fue más baja que la DIMS pero las diferentes entre métodos de recolección siguieron idéntica tendencia.

Márquez et al (1982), estudiaron la digestibilidad de materia orgánica y fibra cruda de heno de soya y pasto de melaza (*Melinis multiflora*) y ensilado de pasto elefante. Utilizaron hembras primerizas de búfalo, ganado cebú y holstein. Para determinar la digestibilidad "in vitro" utilizaron el método descrito por Tilley y Terry. Reportaron que cuando los animales estaban consumiendo la ración de heno las digestibilidades de fibra por el búfalo fue de 40% mayor que la de cebú (31.7) y el holstein (29.1). Cuando estaban consumiendo la ración de ensilado, el búfalo y el cebú digirieron la fibra cruda igualmente y fueron superiores a las digestibilidades del holstein, 46.4, 46.4 y 40%. La digestibilidad de materia orgánica se comportó de manera similar a la digestibilidad de fibra cruda.

Horton et al (1980), alimentaron a 2 carneros castrados y a 2 novillos con 2 dietas, una a base de paja y otra a base de heno. Encontraron que los valores fueron meno

res con animales alimentados con paja y más alto cuando se alimentó con heno. Las digestibilidades fueron más altas con inóculo de oveja que con inóculo de res con dieta de paja y cuando se usó una dieta de heno las digestibilidades más altas fueron con inóculo de res.

Nelson et al (1975), estudiaron los efectos de diferentes tiempo de fermentación de pasto bermuda, bahía rye -- gras sorgo sudan y alfalfa, dichos tiempos de fermentación fueron 24, 48, 60, 72 y 80 horas. Encontrando que el tiempo óptimo de fermentación fue de 60 horas. Para pastos perenes y para pastos anuales y leguminosas fue de 36 horas.

Masuda (1977), comparando la DIMS de forrajes de -- avena bajo diferentes temperaturas e intensidades de luz, en contró que cuando se incrementaba la temperatura había una declinación en la DIMS con disminución en la intensidad de luz la DIMS mostró una ligera declinación.

Arroyo et al (1974), evaluaron diferentes forrajes tropicales con una edad de 7 a 63 días, encontrando una DIMS menor comparada con los forrjaes de zona templada de la misma edad.

Sánchez (1983), estudió la DIMS de 4 gramíneas perenes con 4 cortes en época de invierno, utilizando 4 tiempos de fermentación de 24, 48, 72 y 96 horas. Encontrando que --

Las DIMS altas se observaron en los pastos Wester Wold, Barpectra, Wester Wold Barvestra. Las más altas DIMS se presentaron en los tiempos de 24 y 48 horas.

Rouquette et al (1974), evaluaron y seleccionaron variedades de diferentes etapas de maduración de *Panicum coloratum* mediante la DIMS y encontraron que el porcentaje de digestibilidad de materia seca y la DIMS de fibra detergente ácida bajó de 62, 74 y 60% a 51, 65 y 47% respectivamente -- con plantas maduras.

Grant et al (1974), estudiaron los efectos sobre la DIMS con diferentes fuentes de fluido ruminal variando los tiempos de fermentación, observando que hubo diferencias significativas con el líquido ruminal extraído de animales alimentados con forrajes de origen tropical dando digestibilidad más baja que aquellos animales alimentados con forrajes de zonas templadas. El valor de la DIMS aumentó por cada 24 horas de incremento en los períodos de fermentación de 48, 72 y 96 horas.

Hardison et al (1954), concluyeron que la composición química y la digestibilidad de los forrajes recolectados no son índices confiables de material consumido por los rumiantes.

Cook et al (1951), observaron que la recolección a mano fue completamente ineficaz con las mezclas complejas de

forrajes pero satisfactoria para muestras puras.

Horton, Christensen y Steacy (1980), realizaron fermentación "in vitro" de forrajes con inóculo de bovino y oveja alimentados con diferentes dietas. El inóculo es la fuente más sencilla, más importante de variaciones en la fermentación del rumen "in vitro" usada para predecir la calidad del forraje. Este estudio lo realizaron para determinar los efectos de la dieta del animal donador y la especie animal donadora sobre la actividad del inóculo usada en la técnica de fermentación en dos etapas "in vitro" para estimar la digestibilidad del forraje.

Mapoon et al (1977), utilizaron el bagazo de caña en 5 diferentes tratamientos:

- a) Bagazo más concentrado rico en proteínas;
- b) Bagazo más miel, urea y pasta de cacahuete;
- c) Bagazo más miel, urea y maíz;
- d) Bagazo más miel, urea, maíz y torta de cacahuete, y;
- e) Bagazo más pasta de cacahuete. Se utilizó hierba fresca como control.

El tratamiento control fue inferior significativamente a los tratamientos de bagazo y suplementos protéicos, pero no existieron diferencias entre ellos.

Dinus y Bond (1975), utilizaron pulpa de madera con aditivo de tiosulfato de amonio y probaron su digestibilidad

en novillos y en vaquillas preñadas. Se encontró que la celulosa de la pulpa de la madera tenía una digestibilidad de -- 92.8% y la proteína cruda de la parte del alimento de la pulpa, poseía una digestibilidad de 61.4%. En estudios subsecuentes se mostró una dieta a un grupo de novillos consistente en un 75% de pulpa y se comparó con otra dieta que contenía un 75% de pasto henificado; los novillos alimentados con pulpa tuvieron un pH ruminal más bajo así como una concentración mayor de ácidos grasos volátiles, que los alimentados a base de pasto henificado. Los mismos investigadores encontraron que al ser proporcionadas las dos raciones diferentes a dos grupos de vaquillas preñadas, no existieron diferencias en ganancias de peso, peso al nacer y problemas al parto. No se presentó ningún problema en los animales alimentados con pulpa de madera.

Paulino et al (1976), utilizaron diferentes tratamientos de punta y tallo de caña para analizar su digestibilidad siendo éstos:

- a) Tallo de caña suplementada con urea, minerales y pulidura de arroz;
- b) Tallo de caña más urea y minerales;
- c) Punta de caña picada más urea, minerales y pulidura de -- arroz, y;
- d) Punta de caña más urea y minerales.

Los resultados demuestran que la pulidura de arroz aumentó significativamente el consumo voluntario, pero no la

digestibilidad de la caña en ningún caso.

Ferreiro y Preston (1976), analizaron el efecto de diferentes proporciones de tallo y punta respecto al comportamiento animal. Todos los niveles fueron suplementados con pulidura de arroz, urea, minerales y miel final. Los resultados obtenidos indican que hubo una menor digestibilidad para punta que para tallo, no obstante, hubo una mejor respuesta con una mayor proporción de punta sobre el tallo, tanto en conversión como en ganancia diaria.

Salais et al (1977), evaluaron diferentes formas de suministrar la punta de caña, siendo proporcionada a los animales en los siguientes tratamientos:

- a) Punta de caña picada con machete;
- b) Punta de caña molida;
- c) punta picada con machete más tallo rociado con solución agua-urea;
- d) Punta molida más tallo rociado con solución agua-urea.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que no existieron diferencias significativas entre los animales de los diferentes tratamientos, aunque se observó un mejor consumo con punta cortada con machete, que en la punta molida.

Montpellier y Preston (1977), observaron el efecto del tamaño de partícula del tallo de caña, usando para picarlo una máquina de alta velocidad y un machete, con lo que se

obtendrían partículas de 4 a 20 mm respectivamente. A los -- animales empleados se les ministró la misma cantidad de nu-- trientes suplementados. Al final se observó que ni el consu-- mo voluntario ni la digestibilidad de la materia seca mostraron diferencias significativas atribuibles al tamaño de partícula.

Montpellier y Preston (1977), postularon que la corteza por ser la parte más lignificada de la caña de azúcar, impedía índices más altos de digestibilidad, por lo que al eliminarla, se incrementaría la digestibilidad, y habría un mejor comportamiento animal, hecho que no se demostró del todo, pues aunque la digestibilidad se incrementó en un 18%, el consumo de materia seca disminuyó en la misma proporción y el comportamiento animal no fue esperado.

Paulino et al (1976), utilizaron diferentes niveles de miel final con urea al 2.5%. Los niveles empleados fueron de 0, 10, 20 y 30% de la ración, complementada ésta con caña de azúcar integral picada. Todos los animales recibieron suplemento protéico y minerales. Los resultados indican que la digestibilidad de la materia seca se incrementó significativamente al incrementarse el nivel de miel, lo mismo sucedió con el índice de consumo voluntario.

2.4.- Efecto de algunos productos químicos sobre la digestibilidad "in vitro".

Donefer et al (1969), observaron que la digestibilidad "in vitro" de la celulosa se incrementa en proporción directa a la concentración de NaOH hasta el nivel de 8-10 g/100 g. de paja. Concentraciones mayores de NaOH causaron una disminución de la digestión de la celulosa por lo que concluyeron que el nivel óptimo de NaOH era entre 8-10%.

Berget et al (1980), dice que la tasa de incremento en la velocidad de paso y la tasa de disminución de la digestión de la fibra a nivel ruminal, explican al menos en parte, las diferencias entre la digestibilidad "in vitro" e "in vivo" que han sido observadas con incrementos en los niveles de NaOH.

Bales Kellogg y Uquiahart (1978), estudiaron el efecto de la adición de Ca, P, Mg y urea sobre la digestibilidad "in vitro" de tallos de milo molido, y observaron que la desaparición de materia seca disminuye al agregar 190 ppm de Ca el P no tuvo efecto a los niveles probados (225, 350 y 475 ppm) y el Mg produjo una disminución lineal en la digestibilidad. El nitrógeno uréico afectó negativamente la DMS a niveles mayores de 0.3 g/l. En relación a otros elementos demostraron que la adición de Mn arriba de 4 ppm, tendió a reducir la DMS y una depresión definitiva ocurrió con 24 ppm, con 3 ppm de Cd la DMS fue mayor que con 0, 1 y 2 ppm.

Schussler et al (1978), suplementaron niacina a bo rregos fistulados y utilizaron líquido ruminal de estos animales para determinar su efecto sobre la digestibilidad "in vi tro" de la celulosa, encontraron que la digestibilidad "in - vitro" de la celulosa fue mayor cuando la fuente de inóculo provenía de animales suplementados. Así mismo, el contenido de nitrógeno total y nitrógeno protéico fue mayor en el inóculo proveniente de animales suplementados con niacina.

Mendel et al (1981), examinaron los posibles efectos de los contenidos de D-aminoácidos y lisinoalanina en la digestibilidad "in vitro" del alimento que contiene caseína. Se obtuvo una relación aproximadamente inversa entre contenido de D-aminoácidos y lisinoalanina y magnitud de la proteólisis.

III.- MATERIAL Y METODOS

3.1.- Localización del Experimento.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Bioingeniería del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio las Aguas Municipio de Zapopan, Jalisco; a una altitud de 1500 metros S.N.M., con una Latitud de 20° 14' Norte y 103° 20' Longitud Oeste; con una temperatura de 30° C máxima y de 5.5° C mínima, con una media de 18° C.

3.2.- Tratamientos Estudiados.

Los tratamientos estudiados se presentan en el Cuadro No. 1.

Cuadro No. 1. Arreglo de los Tratamientos Estudiados.

Fuente	T I E M P O E N H O R A S							
	6	12	18	24	30	36	42	48
Cebada	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8
Salvado Maíz	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8
Cártamo	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
Soya	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8
Salvado Trigo	e1	e2	e3	e4	e5	e6	e7	e8
Harinolina	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8
Gluten Maíz	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8
Casc. Cártamo	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8
Casc. Algodón	i1	i2	i3	i4	i5	i6	i7	i8

3.3.- Desarrollo del Experimento

Las fuentes de proteína y energía fueron obtenidas en las principales forrajeras de la ciudad de Guadalajara, - Jalisco, utilizándolos de la misma manera en que son usados para la formulación de raciones. Las muestras fueron llevadas al laboratorio y secadas en estufa a 75° C por 72 horas y posteriormente guardadas en bolsas de plástico selladas.

Para determinar la digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIMS) se utilizó el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963).

El líquido ruminal necesario para la elaboración -- del experimento fue extraído de un torete de la raza Hols--- tein de aproximadamente 200 kg de peso, alimentado con concentrado y ensilaje de maíz. Dicho animal fue proporcionado por el establo de la Facultad de Agricultura.

El líquido ruminal fue extraído a través de una fistula ruminal con una manguera de plástico de 1.5 mt de longitud y 1 cm de diámetro; el líquido fue depositado en un termo de plástico al cual se le calentaron las paredes con agua para mantener la temperatura similar a la existente en el rumen (39 a 41° C). A continuación el líquido fue trasladado - en dicho termo hasta el laboratorio donde fue filtrado y se conservó en baño maría a una temperatura de 39 a 41° C adiicionándose CO₂ para mantener sus condiciones anaeróbicas.

Con anticipación se preparó la solución Mc Dougalls, la cual fue ajustada con CO_2 a un pH de 7. Se tomaron muestras de los ingredientes de .300 a .350 gr y se colocaron en tubos de ensaye con tapón rosca de plástico; los tubos tienen una capacidad de 50 ml.

Posteriormente se adicionó a cada tubo 17 cm^3 de solución Mc Dougalls y 17 cm^3 de líquido ruminal inyectando CO_2 para mantener las condiciones anaeróbicas.

Los tubos fueron puestos a incubar en baño maría a una temperatura de 30° C en forma horizontal y con movimiento longitudinal con respecto a los tubos.

Se utilizaron 4 repeticiones por tratamiento, 4 tubos blancos que sólo contenían líquido ruminal y solución Mc Dougalls y 4 tubos testigo que contenían alfalfa de digestibilidad conocida, éstos con la finalidad de corroborar la actividad del líquido ruminal.

Al término de cada fermentación las muestras fueron centrifugadas a 2500 rpm durante 10 minutos. El residuo de la primera centrifugación se lavó 2 veces con las mismas revoluciones y con el mismo tiempo; después de cada centrifugación se tiraba el líquido sobrante.

Los residuos fueron secados en la estufa a 100° C por 24 horas.

Los tubos llamados blancos fueron utilizados como factor de corrección de la materia seca que pudiera contener el líquido ruminal.

La fórmula utilizada para determinar el porcentaje de DIMS fue la siguiente:

$$\text{DIMS} = \frac{\text{Muestra inicial} - (\text{residuo} - \text{residuo blanco})}{\text{Muestra inicial}} \times 100$$

3.4.- Duración del Experimento

El experimento tuvo una duración de 40 días y se realizó del 10 de Junio de 1986 al 20 de Julio de 1986.

3.5.- Diseño Experimental.

Se utilizó un arreglo factorial de 9 x 8 con 4 repeticiones por tratamiento.

Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó un diseño completamente al azar con el modelo siguiente:

$$Y_i = \mu + T_i + E_{ij}$$

que desglosado queda como sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + F_j + (\beta F)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

- μ = Media general
 β_i = Efecto del tiempo de fermentación i esimo 1,2,3...8
 F_j = Efecto de la fuente j esima 1, 2, 3, ... 9
 $(\beta F)_{ij}$ = Efecto de la interacción fuente-tiempo.
 E_{ijk} = Efecto del error experimental.

Los resultados se analizaron mediante la prueba de rango múltiple de Duncan (1957) para separar las medias.

Además se utilizó el modelo de regresión simple con el modelo siguiente: $y = b_0 + b_1 x$ para relacionar a cada fuente con los diferentes tiempos de fermentación.

3.6.- Variables a Estudiar

- 1.- Porcentaje de digestibilidad.
- 2.- Composición bromatológica de los alimentos.

IV.- RESULTADOS .

Se realizó un análisis bromatológico a todos los alimentos estudiados, encontrándose una clara diferencia entre las fuentes de proteína (Soya, Gluten de Maíz y Harinolina) y las fuentes de energía (Cascarilla de Algodón, Salvado de Trigo, Cascarilla de Cártamo, Cártamo, Cebada y Salvado de Maíz).

Con respecto a la proteína cruda, el contenido se presentó en mayor cantidad en el Gluten de Maíz (52.5%), en la Harinolina (43.5%) y en la Soya (41.4%). El alimento que menor cantidad de proteína tuvo fue la Cascarilla de Algodón (6.2%).

En lo que respecta a carbohidratos la Cebada fue el alimento con mayor cantidad (78.8%) seguida del Salvado de Trigo (63.9%) y el Salvado de Maíz (52.4%). El alimento con menor cantidad fue el Cártamo (19.2%).

En el cuadro No. 2 se presentan los resultados completos y en los cuales podemos observar que ciertas características individuales de los alimentos pudieron intervenir en los resultados obtenidos posteriormente al realizar los análisis de digestibilidad, como por ejemplo el hecho de que el Cártamo no haya presentado ninguna cantidad de fibra cruda, un elevado valor de Extracto no nitrogenado y un valor muy pequeño de cenizas.

Cuadro No. 2.- Composición Química en % de las
Diferentes Fuentes de Proteína-
y Energía.

CONCEPTO	I N G R E D I E N T E S								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Humedad	8.0	9.2	8.0	5.2	8.8	3.5	9.0	10.6	12.7
Cenizas	6.8	2.7	3.1	4.4	4.8	3.1	7.1	0.3	9.8
P. Cruda	41.4	6.2	52.5	14.7	18.3	21.2	43.5	9.2	18.8
F. Cruda	6.3	45.5	0.0	9.6	37.1	4.3	6.5	0.0	5.3
E. Etereo	2.2	3.7	3.8	2.2	0.7	48.7	2.2	1.1	1.0
E. N. N.	35.3	32.7	32.6	63.9	30.3	19.2	31.7	78.8	52.4
M. Seca	92.0	90.8	92.0	94.8	91.2	96.5	91.0	89.4	87.3

- 1.- Soya
- 2.- Cascarilla de Algodón
- 3.- Gluten de Maíz
- 4.- Salvado de Trigo
- 5.- Cascarilla de Cártamo
- 6.- Cártamo
- 7.- Harinolina
- 8.- Cebada
- 9.- Salvado de Maíz

Se procedió a realizar un Análisis de Varianza para los diferentes tratamientos, desglosándose éstos en alimentos, tiempo de fermentación y la interacción entre ambos.

Al realizar el análisis para tratamientos, se encontró una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) por lo que se procedió a desglosar esta fuente de variación en: alimentos, tiempo de fermentación e interacción alimentos tiempo de fermentación, como se presenta en el Cuadro No. 3.

Cuadro No. 3.- Análisis de Varianza para los % de Digestibilidad de la Materia Seca con Diferentes Fuentes de Proteína y Energía.

FV	GL	SC	CM	Fc
Tratamientos	71	1008599.8	14205.631	3254.96**
Alimentos	8	56694.9	7086.874	1623.83**
Tiempo	7	54788.9	7826.989	1793.41**
Interacción Alim x Tiempo	56	897115.9	16019.927	3670.67**
Error	216	942.7	4.364	
Total	287	1009542.5	45143.785	10342.87

** Diferencias altamente significativas.

Cuando se realizó el Análisis de Varianza para los alimentos se encontró una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), por lo que se procedió a realizar una Prueba de Medias según Duncan.

Los resultados encontrados nos indican que el alimento que se comportó mejor y por lo tanto resultó con mayor digestibilidad fue la Cebada (79.39%), que, comparada con la Cascarilla de Algodón que fue la menor (30.75%), tuvo una digestibilidad 158% mayor, el Salvado de Maíz (72.83%) fue --- 136% mayor. Los resultados completos se encuentran en el Cuadro número 4.

Al continuar realizando el Análisis de Varianza para el Tiempo de Fermentación se encontró una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), por lo que se realizó una --- Prueba de Medias según Duncan para los tiempos de Fermentación.

En dicha prueba los resultados obtenidos nos llevaron a comprobar que el Tiempo de Fermentación responde a una relación lineal ya que la mayor digestibilidad (72.79%) se logró en el mayor tiempo (48 hrs.).

La digestibilidad lograda en este tiempo fue 108% mayor que la lograda en el menor tiempo (6 hrs.) que fue del 34.96%. Los resultados completos se muestran en el Cuadro número 5.

Cuadro No. 4.- Prueba de Medias para los Alimentos según Duncan ($P < 0.05$).

Producto	% Digestibilidad (\bar{x})	Incremento en %
Cebada	79.39 a	158
Salvado de Maíz	72.83 a	136
Cártamo	65.16 b	111
Soya	64.76 b	110
Salvado de Trigo	56.65 c	84
Harinolina	51.57 c	67
Gluten de Maíz	43.53 d	41
Cascarilla de Cártamo	36.75 e	19
Cascarilla de Algodón	30.75 f	00

Letras diferentes indican diferencias significativas

Cuadro No. 5.- Prueba de Medias para los Tiempos de Fermentación según Duncan ($P < 0.05$)

Tiempo	% Digestibilidad (\bar{x})	Incremento en %
48 horas	72.79 a	108
42 horas	67.85 a	94
36 horas	61.43 b	75
30 horas	59.97 b	71
24 horas	54.14 c	54
18 horas	50.36 c	44
12 horas	44.18 d	26
6 horas	34.96 e	00

Diferentes letras indican diferencia significativa

Realizando el Análisis de Varianza para encontrar la relación existente entre el Tiempo de Fermentación y la Digestibilidad encontrada en los diferentes alimentos se determinó una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), lo que nos demostró la gran dependencia de los % de digestibilidad encontrados con relación al tiempo transcurrido.

Se encontró que los valores de digestibilidad más elevados se encontraron en la Cebada a las 42 y 48 horas (91.88 y 90.79% respectivamente) horas, en el Salvado de Maíz también se encontraron valores de digestibilidad altos (80.76 y 83.78%) a las mismas horas.

Los valores mínimos se encontraron en la Cascarilla de Algodón a las 12 horas (14.81%) y en el Gluten de Maíz a las 6 horas (19.08%). Los resultados completos se muestran en el Cuadro número 6.

Se procedió a graficar todos los datos para mostrar como se comportaron todos los alimentos en los diferentes tiempos de fermentación.

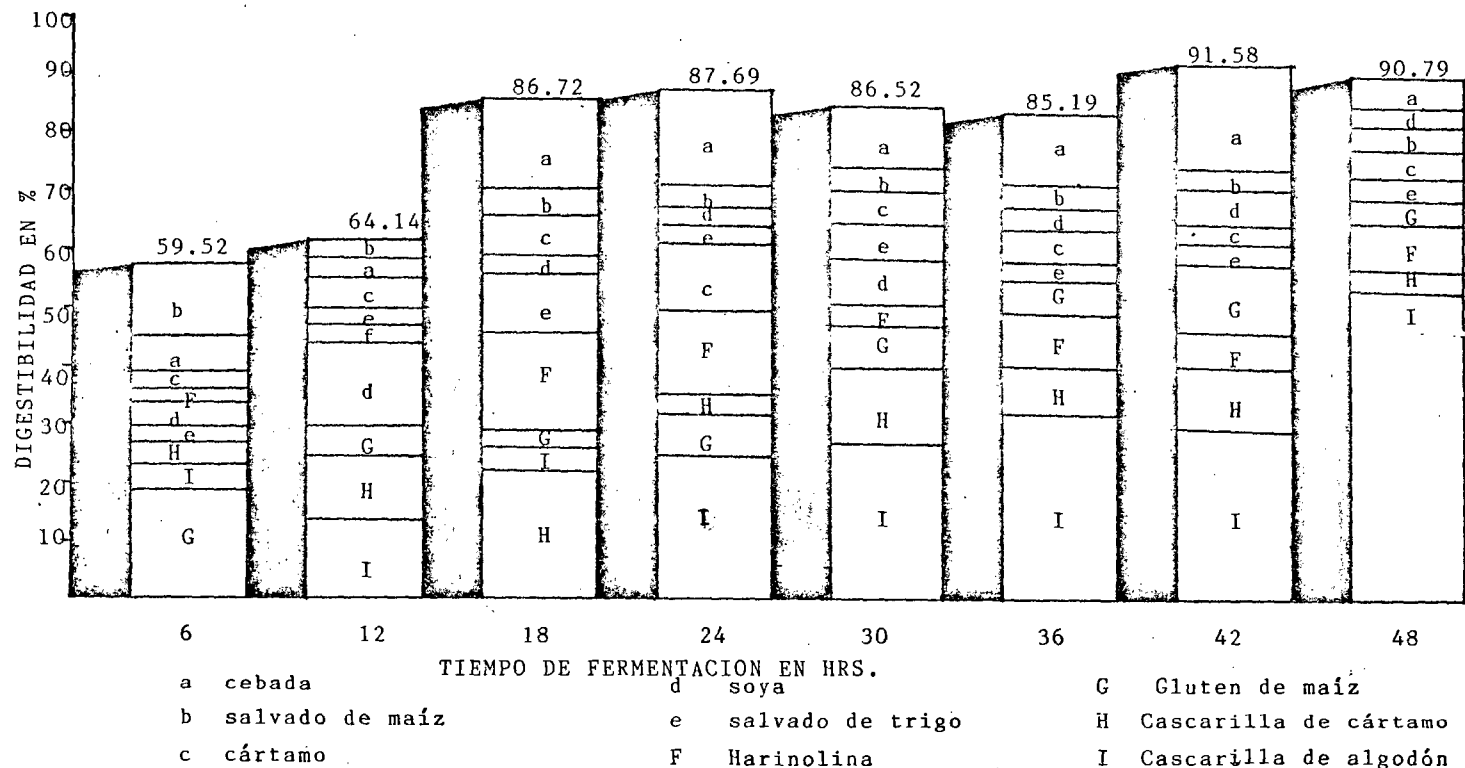
Ahí se demuestra que el alimento que mejor se comportó fue la Cebada, seguida del Salvado de Maíz y del Cártamo y la Soya. El alimento con comportamiento más bajo fue la Cascarilla de Algodón al igual que la Cascarilla de Cártamo. (Ver Gráfica No. 1).

Cuadro No. 6.- Efecto de los Diferentes Tiempos de Fermentación de todos los Alimentos sobre la Digestibilidad "in vitro"- de la M. S. (%).

TIEMPO (HORAS)

Alimentos	6	12	18	24	30	36	42	48
Soya	36.23	48.49	56.33	65.70	75.04	73.17	78.60	84.15
Gluten de Maíz	19.08	28.24	27.21	31.43	49.73	58.31	65.22	69.06
Salvado de Trigo	29.16	49.61	54.01	62.64	58.51	59.31	68.59	71.73
Cascarilla de Cártamo	26.47	23.54	25.57	32.41	41.34	41.86	46.68	56.11
Harinolina	36.80	49.07	44.49	49.47	51.77	54.20	62.72	64.08
Salvado de Maíz	59.52	64.14	68.54	70.87	78.29	76.72	80.75	83.78
Cascarilla de Algodón	23.74	14.81	26.37	24.77	29.04	31.86	39.23	56.22
Cártamo	38.86	57.80	63.99	62.27	69.51	72.25	77.02	79.53
Cebada	44.75	61.56	86.72	87.69	86.52	85.19	91.88	90.79

GRAFICA No. 1.- Relación de digestibilidad y tiempo de fermentación en todos los productos analizados.



Se realizó un Análisis de Regresión, Correlación y Determinación para cada uno de los productos estudiados, relacionando la digestibilidad con los tiempos de fermentación.

Para hacer el análisis se tomaron en cuenta dos variables a estudiar:

La variable independiente (X) que en este caso se consideró a los diferentes tiempos de fermentación.

La variable dependiente (Y) la cual fue el % de digestibilidad de cada uno de los alimentos estudiados.

Los resultados encontrados en todos y cada uno de los alimentos estudiados fueron elevados, lo que nos demuestra que sí existe una gran dependencia de el % de digestibilidad encontrado con relación al tiempo en que estuvieron fermentándose los alimentos. Los resultados completos se encuentran en el Cuadro No. 7.

A continuación se realizó un Análisis de Varianza de la Regresión para cada uno de los alimentos, esto con la finalidad de verificar si existía una diferencia significativa que de encontrarse, nos explicaría la relación entre el alimento y el tiempo.

Los resultados encontrados nos reportaron una diferencia altamente significativa en todos los alimentos.

El coeficiente de regresión nos determina el grado-

de relación que se presenta entre dos variables estudiadas, como en todos los casos la diferencia fue altamente significativa, podemos concluir que la relación de el % de digestibilidad y el tiempo de fermentación es muy estrecha. Los resultados completos se muestran en los cuadros No. 8 al 16.

Cuadro No. 7.- Ecuación de Regresión, Coeficiente de Correlación y Coeficiente de Determinación de todos los productos similares.

Producto	Ecuación de Regresión	Coeficiente Correlación	Coeficiente Determinación
Soya	$Y = 93.8978 + 1.079 x$	.96728	.93562
Gluten de Maíz	$Y = 78.1564 + 1.282 x$	.97360	.94790
Salvado de Trigo	$Y = 78.1932 + .798 x$	.88903	.79038
Cascarilla de Cártamo	$Y = 57.1557 + .756 x$	.95633	.91456
Harinolina	$Y = 67.1449 + .576 x$	.94193	.88722
Salvado de Maíz	$Y = 87.8364 + .556 x$	.96435	.92997
Cascarilla de Algodón	$Y = 50.5880 + .734 x$	.86793	.75331
Cártamo	$Y = 87.2732 + .819 x$	.93193	.86849
Cebada	$Y = 104.4669 + .929 x$	.80541	.64869

Cuadro No. 8.- Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo -
de Fermentación en la Soya.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	1760.5403	1760.54	87.192	5.99**
Residual	6	121.1497	20.19		
Total	7	1881.6900			

** Altamente significativa

Cuadro No. 9.- Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo -
de Fermentación en el Gluten de Maíz

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	2486.7931	2486.79	109.176	5.99**
Residual	6	136.6669	22.77		
Total	7	2623.4600			

** Altamente significativa

Cuadro No. 10. Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo -
de Fermentación en el Salvado de Tri
go.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	962.5986	962.5986	22.624	5.99**
Residual	6	255.2903	42.5483		
Total	7	1217.889			

** Altamente significativa

Cuadro No. 11.- Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo -
de Fermentación en la Cascarilla de
Cártamo

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	863.8040	863.8040	64.2249	5.99**
Residual	6	80.6979	13.4496		
Total	7	944.5020			

** Altamente significativa

Cuadro No. 12.- Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo -
de Fermentación en la Harinolina.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	502.8071	502.8071	47.2031	5.99**
Residual	6	63.9118	10.6519		
Total	7	566.7190			

** Altamente significativa

Cuadro No. 13.- Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo -
de Fermentación en el Salvado de Maíz

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	467.3001	467.3001	79.6764	5.99**
Residual	6	35.1898	5.8649		
Total	7	502.4900			

** Altamente significativa

Cuadro No. 14.- Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo -
de Fermentación en la Cascarilla de-
Algodón

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	815.7481	815.7841	18.3216	5.99**
Residual	6	267.1541	44.5257		
Total	7	1082.9386			

** Altamente significativa

Cuadro No. 15.- Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo -
de Fermentación en el Cártamo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	1014.5543	1014.5543	38.6306	5.99**
Residual	6	157.5777	26.2629		
Total	7	1172.1320			

** Altamente significativa

Cuadro No. 16.- Análisis de Varianza de la Regresión
para la DIMS en función del Tiempo--
de Fermentación en la Cebada

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Regresión	1	1304.3551	1304.3551	11.0790	5.99**
Residual	6	706.3889	117.7314		
Total	7	2010.7440			

** Altamente significativa

V.- C O N C L U S I O N E S

Realizado el experimento y observando los resultados obtenidos y analizados estadísticamente, se puede concluir -- lo siguiente:

- 1.- El alimento que mejor se comportó y por lo tanto tuvo mejor digestibilidad fue la Cebada (79.37%), seguida del -- Salvado de Maíz (72.83%), el Cártamo (65.16%), la Soya -- (64.76%), el Salvado de Trigo (56.65%), la Harinolina --- (51.57%), el Gluten de Maíz (43.53%), la Cascarilla de -- Cártamo (36.75%) y por último la Cascarilla de Algodón -- (30.75%).
- 2.- Se comprobó que conforme aumentaba el tiempo de fermentación, aumentaba la digestibilidad de los alimentos.
- 3.- Hay que hacer notar que en el análisis bromatológico realizado a los alimentos, la Cebada, que fue la que mostró mejor digestibilidad, tuvo un valor muy elevado de E.N.N. (78.5%) con relación a los demás productos, así como un valor muy bajo de cenizas (.3%) y absolutamente nada de fibra cruda (0.0%).

Los alimentos que en el análisis tuvieron mayor cantidad de P. cruda fueron el Gluten de Maíz (52.5%) y la Harinolina (43.5%).

Con relación a la fibra cruda, el alimento que demostró una digestibilidad menor que fue la Cascarilla de Algodón, tuvo valores de fibra muy altos (45.5%), lo mismo sucede con la Cascarilla de Cártamo, que con digestibilidades muy bajas tiene un contenido de fibra elevado ---- (37.1%).

- 4.- El Análisis de Varianza realizado demostró que sí hay diferencia significativa en todos los factores de varia---ción estudiados, tanto en tratamientos, alimentos, tiempo de fermentación y la interacción entre ambos, esto indica que el modelo considerado fue el adecuado para de---tectar las diferencias.

VI.- RESUMEN

La finalidad del presente trabajo es analizar la -- respuesta de algunos productos que se utilizan para la ali-- mentación de bovinos, con respecto a su digestibilidad.

Para determinar la digestibilidad, la técnica más -- rápida, sencilla, económica y segura es la determinación "in vitro" que nos proporciona resultados muy confiables para co nocer la respuesta de estos alimentos.

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Bio-Ingeniería del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio las Agujas, Municipio de Zapopan, Jalisco.

El material utilizado consistió en 9 fuentes de pro teína y energía utilizadas en la alimentación de bovinos, -- las cuales fueron las siguientes:

Cebada

Cártamo

Salvado de Maíz

Soya

Salvado de Trigo

Harinolina

Gluten de Maíz

Cascarilla de Cártamo

Cascarilla de Algodón

Las muestras fueron conseguidas en forrajes de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, tal y como se usan en la formulación de raciones. Se llevaron al laboratorio y se sacaron en estufa por 72 horas a 75°C.

El procedimiento de laboratorio que se siguió fue el descrito por Tilley y Terry (1963) en su primera etapa, que consiste en pesar .5 gr de muestra y ponerla a baño María en un tubo de ensaye con 17 ml. de solución Mc Dougall y 17 ml. de líquido ruminal, la temperatura debe de ser de --- 30°C para que la fermentación del alimento se lleve a cabo. La diferencia que existió con respecto al procedimiento descrito con anterioridad es que se utilizaron 8 diferentes --- tiempos de fermentación y no solo uno como describe la técnica (48 horas). Los tiempos utilizados fueron de 6, 12, 18, - 24, 30, 36, 42 y 48 horas.

El líquido ruminal necesario para realizar el experimento fue extraído de un torete de aproximadamente 200 kg. de peso, alimentado con concentrado y ensilado de maíz. Dicho animal fue proporcionado por el establo de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara.

Las variables a estudiar en este trabajo fueron:

- 1.- % de digestibilidad
- 2.- Composición química de los alimentos.

El experimento tuvo una duración de 40 días, a partir del 10 de Junio de 1986 a 20 de Julio de 1986.

Los resultados se analizaron mediante la prueba de Duncan de Rango Múltiple (1957) para separar medias.

Los resultados obtenidos nos muestran que el producto con mejor digestibilidad fue la Cebada, seguido del Salvado de Maíz, Cártamo, Soya, Salvado de Trigo, Harinolina, Gluten de Maíz, Cascarilla de Cártamo y Cascarilla de Algodón, que fue el producto con menor valor de digestibilidad.

Se observó que conforme aumentaba el tiempo de fermentación aumentaba la digestibilidad de los alimentos, aunque entre las 42 y 48 horas ya no hubo diferencias significativas en los resultados.

Con el análisis de variación se comprobó que hay diferencias significativas en todos los factores de variación analizados.

VII.- B I B L I O G R A F I A

- Arroyo J.A., S. Tessama, R.E. Mc Lowell, P. J. Van Soest, A. Ramírez and P.F. Randel. 1975. Chemical composition and in vitro digestibility of five heavily fertilized tropical grasses in Pto. Rico. Journal of Agriculture, of University of Pto. Rico. 59;186.
- Bales G.L. Kellog, D. W. and Urquhart N. S. 1978. Effects of certain inorganic elements and urea on in vitro drymatter disappearance of milo stalks. Journal Animal Sci. 47: 561-568.
- Berget LL. Klopfenstein, T. J. Britton R. A. 1980. Effect of sodium hidroxide treatment on rate of passage - and rate of ruminal fiber digestion. 50; 745.
- Campling R.C. 1964. Factors affecting the voluntary intake - of grass. Journal of the British Grassland Soc. 19;1, 110-180.
- Church D. C. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los - Rumiantes. Tomo I. Fisiología Digestiva. Acri--bia. Zaragoza, España.

- Dunus D. A. and J. Bond. 1975. Digestibility ruminal parameters and growth by cattle fed a waste wood pulp. *Journal Animal Sci.* 41;627-633.
- Donefer E., Adelaye I.O.A. and Jones T.A.O.C. 1969. Effect of urea supplementation on the nutritive value of NaOH treated oat straw. In *advances in chemistry series*. No. 95 Celluloses and their applications. pp. 328-342.
- Ferreiro H.M. y T.R. Preston. 1976. Engorda de ganado con caña de azúcar: Efecto de diferentes proporciones de tallo y punta. *Producción Animal Tropical* --- 186-193.
- Grant R.J., P.J. Van Soest and R.E. McDowell. 1974. Influence of rumen fluid source and fermentation time on in vitro true dry matter digestibility. *Journal of Dairy Sci.* 57;1201.
- Horton G.M.J., Chistensen, D.A. and Steacy G.M. 1980. In vitro Fermentation of forages with inoculum from cattle and sheep fed different diets. *Agronomy-Journal Sci.* 72; 601-605.

- Ishizaki S.M., C.M. Campbell, W.Y. Toma, E.B. Ho and E.N. -- Okazaki. 1981. Influence of collection method on nutrient content mineral composition and in vitro digestibility of kikuyo grass pasture. *Journal of animal Sci.* 52; 4-867.
- Losada H., Rivera J.A., Aranda E., Aldrete R. 1976. Estudio sobre digestibilidad in vitro de varias fuentes comunes de suplementos en dietas de caña integral molida. *Agricultura Tropical.* 1;93.
- Maynard L.A. y Loosli J.K. 1975. *Nutricion Animal.* Uteha. México.
- Mapoon L.K., C. Delaitre y T.R. Preston. 1977. El valor para la producción de leche de suplementos de mezclas de miel final, bagacillo y urea y combinaciones de maíz y tortas de mani. *Producción Animal Tropical* 2;151-153.
- Márquez H.A., Kenneth M. Autrey e Igor M.E.V. Von Tiesenhausen. 1982. Comparative in vitro digestibility of forage by buffalo, cebu and holstein cattle. *Journal Dairy Sct.* 65; 746-748

- Masuda Y. 1977. Comparasons of the in vitro matter digestibility of forages cats grown under differen -- temperatures and lighth intensive. Journal -- Fac. Agr. Kyushu univ. 21;17.
- Mc Ilroy R.J. 1973. Introducción al cultivo de los pastos -- tropicales, Editorial Limusa. México.
- Mendel F., J. C. Zahnley and P.M. Masters. 1981. Relation -- ship Between in vitro digestibility of ca-- sein and its content of lysinoalanine and -- D-amine and D-aminoacids. Journal of food -- Science. 45;127.
- Mitchel H.H. 1932. Comparative nutriments of man and domes-- tic animals. Vol II. Academic Press.
- Montpellier F.A. y T.R. Preston. 1977. Digestibilidad de pun -- ta, corteza y tallo descortezado y caña de -- azúcar integral. Producción Animal Tropical. 2; 13-17.
- Montpellier F.A. y T.R. Preston. 1977. Digestibilidad y consu -- mo voluntario de dietas basadas en caña de -- azúcar: efecto de picar tallo en diferentes -- tamaños de partícula. Producción Animal Tro -- pical. 2; 40-44.

- Nelson B.D., C.R. Montgomery, P.E. Schilling and L. Mason. -
1975. Effects of fermentation time on in vitro/
in vivo relationships. Journal of Dairy Science
59;270.
- Paulino J. N.A. McLeod y T.R. Preston. 1976. Digestibilidad
y consumo voluntario de mezclas de caña de azú
car con diferentes niveles de miel fina. Producc
ción Animal Tropical. 2; 114.
- Paulino J. N.A. McLeod. 1976. Digestibilidad y consumo vo
luntario de punta y tallo de caña de azúcar con
y sin suplemento protéico. Producción Animal --
Tropical. 2; 115.
- Raymond W.F. 1966. Aplicación de técnicas de digestibilidad-
in vitro, Memorias del simposio realizado sobre
los métodos in vitro para determinar el valor -
nutritivo de los forrajes. Editorial Osvaldo I.
Paladines, Uruguay.
- Robles A. Y., F. A. Marts, R. L. Belyea, W. P. Warren, 1981.
Preparation and digestibility of alfalfa leaves
and stells marked with gold orchromium. Journal
Animal Sci. 52;1417.

- Rodríguez Garza F. 1985. Digestibilidad del Bagacillo de caña de azúcar. Técnicas Pecuarias en México.- No. 47. CIPEJ, Jalisco, México.
- Rouquette F.M., Jr. E.C. Holt, and M.C. Ellis. 1974. Nutritive characteristics of klein grass at various stages of maturity.
II. In vivo and in vitro evaluations of selected varieties. Agronomy Journal. 66;510.
- Salais F.J., A. Wilson y B. Elliot. 1977. Determinación de la digestibilidad aparente de una ración basada en punta de caña de azúcar. Producción-Animal Tropical. 1; 178-181.
- Sánchez O.C. 1983. Estudio de la Digestibilidad in vitro de 7 variedades de gramíneas. Tesis Ing. Agrónomo, Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara, México.
- Schneider B.A. and Flatt P.W. 1975. The evaluation of feed-though digestibility experiments. Univ. of Georgia Press. U.S.A.
- Schussler S.L., Robinson J.B., Masters S.S. Loecher S.L. Miller, B.L. and Fahey Jr G.C. 1978. The effect of supplemental niacin on in vitro cellulose digestion and protein synthesis. ---

Journal Animal Sci. 47;439.

- Smith L.W. Goering H. K. and Gordon C.H. 1972. Relationship of forage compositions with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. Journal Dairy Sci. 55;1140.
- Stobbs H. 1978. Producción intensiva de carne en los trópicos. Memorias del Seminario Internacional de Agricultura Tropical, F.I.R.A. Acapulco, Gro. México.
- Tilley J.M.A. and Terry R.A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal British Grass Land Sci. 18;104.
- Tilley J.M.A. and Terry R.A. 1969. The relationship between the soluble constituents of herbage and their dry-matter digestibility. Journal British Grass Land Sci. 24;290.
- Urnes P.J.A.D. Smith and R.K. Watkins. 1977. Comparison of in vitro and in vivo matter digestibility of mule deer forage. Journal of range management. 30;119.

Van Soest P.J. 1967. Development of a comprehensive system -
feed analyses and its application to forages -
Journal Animal Sci. 26;119-128.

VIII.- A P E N D I C E

Efecto de los diferentes tiempos de fermentación de todas las fuentes en la digestibilidad de la Materia Seca.

FUENTE	% DE DIMS							
	TIEMPO (HORAS)							
	6	12	18	24	30	36	42	48
Soya	34.46	49.23	56.83	68.00	70.30	73.51	79.92	83.13
	35.45	49.22	56.82	67.99	70.29	73.55	79.90	83.10
	37.50	48.56	55.83	63.40	79.80	72.83	77.30	85.20
	37.49	48.55	55.82	63.39	79.77	72.77	77.26	85.17
Gluten de	20.12	29.26	26.60	28.40	51.10	57.26	65.60	68.43
Maíz	20.16	29.25	26.59	28.39	51.09	57.23	65.48	68.40
	18.03	27.23	27.83	34.46	48.36	59.35	64.87	69.72
	18.02	27.22	27.82	34.45	48.35	59.38	64.92	69.69
Salvado de	30.30	50.93	54.40	63.56	55.35	60.41	67.49	70.57
Trigo	30.29	50.92	54.39	63.55	55.32	60.44	67.45	70.54
	28.03	48.30	53.63	61.73	61.70	58.16	69.72	72.21
	28.02	48.29	53.62	61.73	61.69	58.21	69.69	72.16
Cascarilla	28.53	23.66	27.50	36.40	38.76	42.61	45.16	58.90
de Cártamo	28.52	23.67	27.49	36.39	38.75	42.60	45.15	58.91
	24.43	23.43	23.66	28.43	43.93	41.12	48.21	53.32
	24.42	23.42	23.65	28.42	43.92	41.13	48.20	53.31

T I E M P O (HORAS)

FUENTE

Harinolina	37.26	41.93	42.60	44.40	52.16	54.97	62.25	63.13
	37.25	41.92	42.59	44.39	52.15	54.95	62.26	63.10
	36.36	56.23	46.40	54.56	51.40	53.42	63.18	65.03
	36.35	56.22	46.39	54.55	51.39	53.48	63.22	65.09
Salvado de Maíz	58.63	64.66	68.83	76.73	76.73	76.26	89.16	82.33
	58.62	64.65	68.82	76.72	76.72	76.25	89.16	82.32
	60.43	63.63	68.26	65.03	79.86	77.18	81.36	85.26
	60.42	63.62	68.25	65.02	79.85	77.20	81.35	85.23
Cascarilla de Algodón	32.46	13.70	27.73	23.20	26.70	30.16	37.82	56.27
	32.45	13.69	27.73	23.19	26.69	30.17	37.81	56.26
	15.03	15.93	25.03	26.30	31.40	33.56	40.66	56.18
	15.02	15.92	25.04	26.29	31.39	33.55	40.65	56.17
Cártamo	39.18	58.06	60.63	61.43	70.66	73.19	77.15	78.90
	39.16	58.05	60.62	61.42	70.55	73.20	77.14	78.91
	38.55	57.56	67.36	63.12	68.43	71.32	76.90	80.16
	38.56	57.55	67.35	63.13	68.42	71.31	76.91	80.15
Cebada	47.56	57.20	89.00	90.76	86.53	87.26	92.15	91.43
	47.55	57.19	88.89	90.75	86.52	87.25	92.14	91.42
	41.96	65.93	84.46	84.63	86.53	83.12	91.63	90.16
	41.95	65.92	84.45	84.63	86.52	83.13	91.62	90.15