

**BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA**

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

ESCUELA DE AGRICULTURA



"DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL CAPOMO (*Brosimum alicastrum*) MEZQUITE  
(*Prosopis laevigata*) PAROTA (*Enterolobium cyclocarpum*)".

T E S I S   P R O F E S I O N A L

Q U E   P A R A   O B T E N E R   E L   T I T U L O   D E

I N G E N I E R O   A G R O N O M O

Z O O T E C N I S T A

P R E S E N T A

S E R G I O   S O T O   A G U I L E R A

G U A D A L A J A R A ,   J A L I S C O   -   M A Y O   1 9 8 3



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Mayo 19, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ titulada,  
SERGIO SOTO AGUILERA

"DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL CAPOMO (Brosimum alicastrum) MEZQUITE (Prosopis laevigata) PAROTA (Enterolobium cyclocarpum)."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

\_\_\_\_\_  
ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES.

ASESOR

\_\_\_\_\_  
ING. M.C. DANIEL A. SANTANA COVARRUBIAS

ASESOR

\_\_\_\_\_  
ING. M.C. HUGO MORENO GARCIA.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

# BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

## AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Y A LA ESCUELA DE AGRICULTURA,  
POR HABERME DADO LA OPORTUNIDAD DE LOGRAR UNA CARRERA -  
PROFESIONAL.

AL INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y PAPEL,

AL ING. M. C. VIRGILIO ZUÑIGA PARTIDA  
JEFE DEL LABORATORIO DE BIOINGENIERIA.

A MA. LUZ HERNANDEZ RUIZ POR SU VALIOSA COLABORACION.

AL DIRECTOR DE ESTA TESIS,

ING. M.C. JUAN RUIZ MONTES.

A LOS ASESORES,

ING. M.C. HUGO MORENO GARCIA,

ING. M.C. DANIEL A. SANTANA COVARRUBIAS.

A,

ING. M.C. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI.

ING. CRISANTO SANCHEZ CARDENAS.

ING. RUBEN TORRES HERNANDEZ.

M.V.Z. ENRIQUE VAZQUEZ AVALOS.

A,

CELINA AMARILLAS

POR LOS DIVERSOS TRABAJOS MECANOGRÁFICOS REALIZADOS DURANTE LA FORMACIÓN PROFESIONAL.

A,

TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DIRECTA O INDIRECTAMENTE - COLABORARON PARA LLEVAR A CABO ESTE OBJETIVO.

A DIOS QUIEN ES UNO EN TODOS.

A LA MEMORIA DE MI HERMANO,

ARQ. FRANCISCO ENRIQUE SOTO AGUILERA<sup>+</sup>

A MIS PADRES:

ENRIQUE SOTO VIDRIO

MA. INES AGUILERA CAZARES

CON PROFUNDO AMOR Y RESPETO POR DARME LA OPORTUNIDAD  
DE VIVIR Y HACER DE MI UN HOMBRE DE PROVECHO.

A MIS HERMANOS:

MA. DE JESUS

IRMA LETICIA

YOLANDA INES

CUAUHTEMOC

A LA FAMILIA:

GALAVIZ SOTO

OLEA SOTO

SOTO MARQUEZ

SOTO INIGUEZ

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.	3
2.1. Descripción Botánica del Capomo, Mezquite y Parota.	3
2.2. Los Microorganismos del Rumen.	5
2.3. Digestibilidad asociativa de ingredientes.	6
2.4. Efectos de la digestibilidad " <u>in vitro</u> " con tratamiento químico.	7
2.5. Factores físicos que afectan la digestibilidad.	8
2.6. Efecto de la proteína sobre la digestibilidad y el consumo voluntario.	9
2.7. Efectos de las interacciones entre ingredientes sobre la digestibilidad.	10
2.8. Digestibilidad comparativa " <u>in vitro</u> " de forrajes por ganado Buffalo, Cebú y Holstein.	13
III. MATERIALES Y METODOS.	15



	Página
3.1. Localización.	15
3.2. Material estudiado.	15
3.3. Desarrollo del experimento.	16
3.4. Duración del experimento.	18
3.5. Tratamientos estudiados	18
3.6. Diseño experimental.	19
IV. RESULTADOS.	21
V. DISCUSION.	33
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RESUMEN.	38
VIII. BIBLIOGRAFIA.	40

## INDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1.	Análisis Bromatológico de las Especies <u>Ca</u> pomo, Mezquite y Parota.	16
2.	DIMS del Capomo, Mezquite y Parota en di- ferentes tiempos de fermentación	21
3.	Valores medios de la DIMS de las especies en diferentes tiempos de fermentación	22
4.	Análisis de varianza de las especies, - - tiempos de fermentación o interacción es- pecie por tiempo.	24
5.	Prueba de rango múltiple de Duncan entre- las especies.	25
6.	Prueba de rango múltiple de Duncan entre- los tiempos de fermentación.	26
7.	Prueba de rango múltiple de Duncan para - la interacción especie por tiempo.	26

Tabla	Descripción	Página
8.	Análisis de varianza para la regresión <u>en</u> tre las variables tiempo y digestibilidad en el Capomo.	27
9.	Análisis de varianza para la regresión <u>en</u> tre las variables tiempo y digestibilidad en el Mezquite.	29
10.	Análisis de varianza para la regresión <u>en</u> tre las variables tiempo y digestibilidad en la Parota.	31

## INDICE DE GRAFICAS

Gráfica	Descripción	Página
1.	DIMS y tiempos de fermentación para cada especie.	23
2.	DIMS y tiempo de fermentación para el Capomo.	28
3.	DIMS y tiempo de fermentación para el Mezquite.	30
4.	DIMS y tiempo de fermentación para la Parota.	32

## I. INTRODUCCION.

Uno de los mayores problemas que afrontan los países en vías de desarrollo es la de producir la cantidad de alimentos que requiere su población. Para el caso de México, existen déficits importantes de productos básicos y además presenta uno de los mas altos índices de natalidad. Para contrarrestar lo anterior se adoptan políticas de desahogo, como son las de importación de alimentos que, aunque necesarias en ciertas ocasiones, no contribuyen en nada a mejorar los métodos de producción del país. La tecnología actual no es lo suficientemente adecuada y no satisface los objetivos para las altas producciones.

En lo que respecta a la producción de alimentos, que es el objetivo primordial de la ganadería, la investigación debe de estar enfocada a la utilización de especies vegetales no comunes como es el caso del Capomo, Mezquite y Parota que tienen un contenido proteínico adecuado para la alimentación de los animales rumiantes y éstos a su vez sirven como fuente de alimentos para el hombre. Hay que hacer mención que este tipo de animales, también pueden ser alimentados a base de subproductos agrícolas o industriales, que no tienen uso directo en la alimentación humana.

Al respecto (Owen, 1976; citado por Balch, 1977) mencionaron que el rastrojo de maíz es el residuo de cosecha más abundante en México y se estima que su producción equivale a la producción de grano. Así mismo (FAO, 1979) informó que en 1978, se produjeron 9.6 millones de toneladas de rastrojo de maíz de los cuales solo una pequeña parte fue destinada a la alimentación animal.

Debido a esto el hombre se ha visto en la necesidad de destinar cada vez una mayor parte de la producción agrícola exclusivamente a la alimentación humana.

Considerando todo lo anterior se hace necesario la búsqueda de nuevas especies vegetales que sean capaces de sustituir a los granos, así como a otras fuentes. Con el objeto de que éstos sean canalizados al consumo humano y monogástricos y no así a rumiantes.

El objetivo de este trabajo fue el estudio de la digestibilidad "in vitro" del Capomo (Brosimum alicastrum); Mezquite (Prosopis laevigata) y Parota (Enterolobium cyclocarpum).

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Descripción Botánica del Capomo (*Brosimúñ alicastrum*).

Reino:	Vegetal
División:	Fanerogamas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Familia:	Moracea
Género:	Brosimum
Especie:	alicastrum
Nombre común:	Capomo

El Capomo, es una planta leñosa con las hojas alternas, enteras o lobuladas. Frutos secos o carnosos. Flores numerosas, pequeñas, en inflorescencias muy variadas.

Flores unisexuales, con perigonio o sin él. Las flores macho con un perigonio de cuatro divisiones. Estambres cuatro, opuestos a las divisiones del perigonio; arqueados adentro en el botón. Flores hembras con un perigonio igual, que se vuelve carnoso en la fructificación. O-

vario súpero o infero, unilocular. Condos estilos. Un solo óvulo, colgado del vértice del ovario. (Reiche, 1975).

Descripción Botánica del Mezquite (*Prosopis laevigata*) y la Parota *Enterolobium cyclocarpum*).

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Familia:	Leguminosae
Género:	<i>Prosopis</i>
Especie:	<i>laevigata</i>
Nombre común:	Mezquite

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Familia:	Leguminosae
Género:	<i>Enterolobium</i>
Especie:	<i>cyclocarpum</i>
Nombre común:	Parota

Hierbas o plantas leñosas con las hojas estipuladas, frecuentemente pinadas, alternas. Las flores generalmente en inflorescencias raci-



mosas. El fruto es una legumbre (vaina) dehiscente o indehiscente. Flores completas, hermafroditas, radiadas o simétricas. Cáliz de cinco divisiones. Corola de cinco pétalos a veces unidos en la base. Estambres, 10 o  $\infty$   $\neq$  unidos en la base. Ovario súpero, unicarpelar, unilocular, generalmente con muchos óvulos en la sutura ventral. (Reiche, 1975).

## 2.2. Los Microorganismos del rumen.

Blaxter (1964) indica que el ambiente del rumen está bien adaptado para el mantenimiento de una abundante y diversa población microbiana - dada su temperatura relativamente constante y pH bastante uniforme, por la continua llegada de alimentos, agua, saliva tamponada, baja tensión de oxígeno, continua eliminación de los productos de la actividad microbiana por fermentaciones secundarias, absorción hacia la corriente sanguínea por paso hacia el resto del tracto digestivo. Hungate (1966) agrega que las bacterias del rumen están adaptadas a vivir en pH ácidos (5.5 - 7.0) en ausencia de oxígeno, una temperatura de 39 - 40°C, en presencia de concentraciones moderadas de productos de fermentación y a expensas de la ingesta proporcionada por el rumiante. Además, el abastecimiento estable de alimento y la remoción continua de productos de fermentación y residuos alimenticios, mantienen condiciones relativamente constantes en la cual se desarrolla una población de microorganismos extremadamente diversa y observa que esta diversidad de bacterias expli

ca porque el alimento de los rumiantes es complejo.

### 2.3. Digestibilidad Asociativa de Ingredientes.

Schneider y Flatt (1975) indican que en varias investigaciones se ha encontrado que al combinarse los alimentos individuales en una ración, los nutrientes digestibles de la ración, determinados en un ensayo de digestibilidad son diferentes a los valores estimados a partir de los nutrientes digestibles de los alimentos individuales que constituyen dicha ración. Esto implica que el cálculo del contenido teórico de cualquier nutriente digestible en una ración, donde se usa la suma algebraica del contenido del nutriente digestible de los diversos ingredientes, puede del todo no ser correcta. (Forbes, 1933; citado por Schneider y Flatt, 1975) indican que la utilización de cualquier componente alimenticio de una ración completa y bien balanceada depende del grado en que este ingrediente forma parte de esta ración. Vassallo (1979) al estudiar el efecto de interacciones entre ingredientes en raciones completas para ganado lechero, indica que la digestibilidad "in vitro" de la materia seca de raciones que contienen alfalfa, ensilaje de maíz y concentrado, no corresponde exactamente a la calculada en base a la digestibilidad de los ingredientes que la componen. Agrega que este fenómeno es una evidencia de la existencia de interacciones entre ingredientes que pueden ser positivas (sinergismo) o negativas (antagonismo). Señala también que estas interacciones se podrían explicar por el contenido de protefina y/o energía de cada combinación, que afectan a la pobla-

ción microbiana del rumen.

(Titus, 1935; citado por Schneider y Flatt, 1975) indican que la evidencia experimental es que la combinación de alimentos puede afectar su digestibilidad y que la magnitud de este efecto dependerá de las clases y cantidades de alimentos combinados; en algunos casos, el efecto puede ser insignificante y en otros bastante grande.

#### 2.4. Efectos de la Digestibilidad "in vitro" con Tratamiento Químico.

Diversos investigadores observaron que la digestibilidad in vitro de los forrajes toscos aumenta en relación directa al porcentaje de hidróxido de sodio, hasta niveles del 8 al 10% (de 8 a 10 gramos de NaOH/100 gramos de materia seca). Con concentraciones superiores a estos niveles, los incrementos adicionales son mínimos (Donefer et al, 1969; Ololade et al, 1970).

Resultados similares fueron observados por Wilson y Pigden (1964) encontrando incrementos hasta de un 40% de su digestibilidad al trabajar con paja de trigo usando hidróxido de sodio al 8%. Ololade et al (1970) informaron de incrementos de 8.5 y 39.6% en su digestibilidad para tallos de alfalfa y paja de avena respectivamente, también con niveles de 8% de hidróxido de sodio. Braman y Abe (1977) obtuvieron incrementos del 34% de su digestibilidad trabajando con paja de trigo tratada con el 4% de hidróxido de sodio.

Cuando trabajaron con olote de maíz y heno de sorgo Summers y Sherrod (1975) observaron incrementos de la digestibilidad de 6.5 y 3% respectivamente al ser tratadas con el 5% de hidróxido de sodio. Levy et al (1977) informaron que solo incrementos del 12% para la paja de trigo y 4% para cascarilla de algodón respectivamente al ser tratadas con el 8% de hidróxido de sodio.

Al analizar la digestibilidad "in vitro" del bagacillo de caña, - Martín et al (1974) observó un incremento hasta de un 78.4% al tratarlo con el 12% de hidróxido de sodio respectivamente. Barton et al, (1974); Summers y Sherrod, (1975) informaron que algunos materiales como la cáscara de cacahuate al ser tratadas con el 5% de hidróxido de sodio no -- tiene efectos ya que disminuye su digestibilidad hasta un 4%.

## 2.5. Factores Físicos que Afectan la Digestibilidad.

Stone et al, 1969; Tarkow y Feist 1969; Van Soest y Robertson 1976) indican que los factores que afectan la digestibilidad, mas importantes son el tamaño de partícula, la capacidad de hinchamiento y la porosidad de la pared celular. Van Soest y Robertson (1976) indican que el forraje al ser molido finamente, la partícula adquiere una mayor densidad lo que aumenta su velocidad de paso a través del tracto gastrointestinal.- Infor-es de Stone et al (1969) considera el grado de hinchamiento como el factor mas importante ya que aumenta el tamaño de los diferentes poros, lo cual es indispensable para que la molécula de celulosa penetre-

al sustrato, y así afecta de una manera considerable la digestibilidad. Con respecto a lo anterior Tarkow y Feist (1969) señalan que los diversos materiales celulósicos cuentan con diferente punto de saturación de la fibra y que el hinchamiento producido al llegar incrementa no únicamente las condiciones para la difusión de materiales solubles, si no que también el medio adecuado para aumentar la interacción sustrato-enzima. Stone et al (1969) indica que es importante la porosidad de la pared celular, debido a que la digestibilidad está determinada por el grado de porosidad.

#### 2.6. Efecto de la Proteína sobre la Digestibilidad y el Consumo Voluntario.

Owen (1978) informó que uno de los principales factores que limitan el valor nutritivo de los forrajes toscos es su contenido de proteína, ya que tienen menos de 50 gramos de proteína cruda/kilogramo de materia seca. Raymond (1969) indica que el nivel de proteína cruda se encuentra entre el 4 y 6%, ya que el nivel crítico de proteína varía con el tipo de forraje.

Riquelme y Rojas (1980) indican que el óptimo de proteína cruda para obtener la máxima digestibilidad de las pajas se encuentra entre 12 y 13% de la ración, así mismo Weston (1967) encontró que un nivel bajo de proteína era el principal factor que limitaba el consumo de paja de trigo y que cuando la deficiencia era corregida, el consumo estaba limi

tado por la tasa de remoción de los residuos indigestibles presentes en el rumen.

Satter y Roffler (1977) mencionaron que el máximo crecimiento microbiano se alcanza con un poco menos de 5 mg  $\text{NH}_3$  - N/100 ml de líquido rumial, lo que se logra con niveles de 8 a 14% de proteína cruda en la ración dependiendo del nivel del total de nutrientes digeribles.

#### 2.7. Efectos de las Interacciones entre Ingredientes sobre la Digestibilidad.

Church (1974) indica que en los casos en los cuales se desea evaluar la digestibilidad de una sustancia alimenticia que se administra mezclada con otros ingredientes que normalmente constituyen las raciones completas. La metodología que se sigue tradicionalmente para determinar dicha digestibilidad es utilizar en la mezcla un ingrediente de digestibilidad conocida y así la diferencia en la cantidad de excretas dará la digestibilidad del ingrediente que deseaba conocer.

Coombe y Tribe (1963) observaron que la adición de melaza reducía la digestibilidad de la paja al ser consumidas por las ovejas, y este efecto se podía contrarrestar agregando urea. También observaron que al incrementar el consumo de urea la ingestión de forrajes tendió a disminuir, debido probablemente a que el pH el rumen aumentaba hasta un nivel perjudicial para los microorganismos celulolíticos. Vassallo (1979) observó que en raciones normales para ganado lechero, que algunos ingre

dientes tenían marcados efectos sobre la utilización de otros. Bohman y Lesperance (1962) encontraron que el principal efecto de la adición de grasa fue el disminuir la digestibilidad de la fibra y aumentar la de los carbohidratos solubles. Efecto completamente opuesto a la adición de urea.

Lesch et al (1963) demostró que la ingestión y la digestibilidad de la fibra cruda y de la materia orgánica aumentaba con la adición de urea. Así mismo Hemsley y Moir (1963) observaron que la urea aumentaba el consumo de heno de avena molida en ovejas; aumento que estuvo asociado a una mayor velocidad de digestión de celulosa, o a un paso más rápido de la ingesta por el tracto digestivo y a una mayor concentración de ácidos grasos volátiles en el rumen.

En dietas para ganado lechero combinando diferentes proporciones de concentrado y alfalfa, Vassallo (1979) encontró que la digestibilidad "in vitro" de la materia seca de la dieta fue superior a la estimada a partir de las digestibilidades de cada ingrediente en particular.

Losada et al (1979) realizaron dos trabajos para estudiar la digestibilidad "in vitro" de la materia seca. En el primer trabajo utilizaron cuatro suplementos (pulido de arroz, pasta de coco, maíz molido y harina de sangre) y seis tiempos de fermentación (6, 12, 18, 24, 36 y 48 hrs.). Para el segundo trabajo se utilizaron los mismos suplementos del primero incluyendo sorgo y cáscara de cacao. Los tiempos de fermentación fueron (3, 6, 12, 18 y 24 hrs.). Tomándose por separado los va-

lores para la fase de inoculación ruminal e inoculación con pepsina/HCL. Encontraron que el pulido de arroz y la harina de sangre presentaron valores elevados de digestibilidad para el primer tiempo de fermentación (6 hr; 77.9 y 78.9% respectivamente) mientras que la pasta de coco y el maíz mostraron valores intermedios y bajos (50.5 y 26.6%) con una respuesta lineal a un mayor tiempo de fermentación.

En el segundo trabajo, la cáscara de cacao mostró valores reducidos durante la fase ruminal independientemente del tiempo de fermentación (rango de 1.8 a 10.5) mientras que el pulido de arroz y pasta de coco mostraron una respuesta similar a la reportada para el primer trabajo. En la fase pepsina/HCL, los valores para el sorgo, maíz y cáscara de cacao mostraron incrementos en más de un 100% en comparación con la fase de inoculación ruminal.

De Alba (1973) indica que la experimentación sobre subproductos de la industria azucarera es muy numerosa y de gran interés para América Latina, debido a la abundancia de estos productos en los países tropicales. Son varios los productos utilizados en la alimentación de los rumiantes, tales como puntas de caña, bagazo de ingenio, médulas, melaza, caña integral y azúcar.

Preston, Alvarez, Carcaño y Gutiérrez, (1974) informaron al trabajar con pulidura de arroz, que hubo un incremento en la digestibilidad en un rango comprendido entre 0 a 1 200 gramos; con un aumento de 300 - gramos/animal/dfa. Aumento que fue paralelo al trabajar con caña y por



lo tanto un aumento en la ganancia animal.

Barrios y Ledezma (1979) utilizaron bagazo y bagacillo de caña de azúcar, con el objeto de medir la digestibilidad de tres niveles de fibra de ambas fuentes. Encontrando que a medida que se incrementaba el nivel de fibra en la dieta, aumentaba su digestibilidad, existiendo también diferencia entre las fuentes de fibra siendo mejor el bagacillo. - Al trabajar con corteza de caña, médula, punta y caña integral. Para determinar la digestibilidad "in vitro" de la materia seca, Montppellier y Preston (1975) encontraron valores de 59.62, 71.3, 61.5, 60.3% para corteza, médula, punta y caña integral respectivamente.

Rubio (1982) indica que hay superioridad en favor de la punta de caña sobre el bagazo respecto a la digestibilidad "in vitro" de la materia seca, ya que los valores obtenidos fueron de 23.68 a 25.80% y de 6.17 a 24.17% como mínimos y máximos respectivamente para las dietas completas a base de punta de caña y bagazo.

#### 2.8. Digestibilidad Comparativa "in vitro" de Forrajes por Ganado Buffalo, Cebú y Holstein.

Ichhponani et al (1965) informaron que el búfalo murrh fue superior al cebú en digestión de celulosa y materia seca, especialmente en raciones de baja proteína y en raciones conteniendo urea.

Sebastian et al (1970) y Singh et al (1967) encontraron que el ga-

nado consumió mas materia seca que el búfalo murray, pero el búfalo fue superior en la digestión de la fibra cruda así como la mas alta retención de nitrógeno, calcio y fósforo. Mehrs et al (1978) informó que el flúido ruminal del búfalo murray tuvo menos actividad proteolítica que el flúido ruminal del ganado cebú pero mayor población microbiana total y un contenido mas alto de protefna total, DNA, RNA y nitrógeno no protéico.

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Bioingeniería, del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara: ubicado en el predio Las Agujas Municipio de Zapopan, Jalisco, con una latitud de 20° 14' Norte y 103° 20' longitud Oeste a una altura de 1 500 m.s.n.m. con una temperatura de 30° C. máxima y mínima de 5.5° C. con una media de 18° C.

#### 3.2. Material Estudiado.

Los materiales estudiados fueron los siguientes:

Tres especies exóticas Capomo (*Brosimum alicastrum*), Mezquite (*Prosopis laevigata*) y Parota (*Enterolobium cyclocarpum*). A continuación se muestra el análisis bromatológico de los materiales estudiados.

Tabla 1. Análisis Bromatológico de las Especies Capomo, Mezquite y Parota.

Muestra	Capomo	Mezquite	Parota
Humedad	24.8	12.1	8.0
Cenizas	3.4	4.8	3.3
Proteína C	10.4	10.8	10.6
Fibra cruda	6.7	23.5	18.6
E. E.	0.8	1.0	0.9
E. L. N.	55.8	49.0	58.4
Materia seca	75.1	89.3	91.9

Valores expresados en porcentajes.

### 3.3. Desarrollo del Experimento.

Las muestras utilizadas fueron tomadas al azar de distintos árboles, posteriormente se mezclaron perfectamente, tomando muestras representativas, las cuales fueron secadas a una temperatura de 75° C durante 72 horas. Después de secadas se procedió a molerlas en un molino Willey de cuchillas, con un tamiz de 2 mm de espesor del poro, las muestras fueron guardadas en bolsas de plástico selladas. Posteriormente se realizó la digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIMS) de acuerdo con el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963) en su primera etapa.

Para la inoculación se utilizó líquido ruminal el cual se extrajo de un torete fistulado de aproximadamente 250 kilogramos de peso, alimentado con una dieta basada en silo de maíz. El líquido ruminal fue extraído a través de la fistula ruminal con una manguera de plástico de 2 metros de longitud y depositado en un termo, para su traslado al laboratorio. Se filtró con mucelina y se conservó en baño maría a una temperatura de 39° C similar a la que se encontraba en el animal, se le adicionó CO<sub>2</sub> para mantener las condiciones anaeróbicas.

Posteriormente se procedió a preparar la solución de McDougalls ajustando el pH a 6.9 con adición permanente de CO<sub>2</sub>. Se tomaron muestras para el Capomo de 0.330 a 0.350 gramos, para el Mezquite y la Parota de 0.330 a 0.340 gramos respectivamente, se adicionó a cada tubo 17-cc. de solución buffer de McDougalls y 17 cc. de líquido ruminal y CO<sub>2</sub> durante 30 segundos para mantener las condiciones anaeróbicas. Se puso a incubar en baño maría a 39° C con agitación longitudinal respecto al tubo. Se pusieron muestras por quintuplicado, y cuatro tubos, dos solo contenían líquido ruminal y saliva de McDougalls llamados blancos, los restantes fueron los testigos (alfalfa) de digestibilidad conocida, solo para corroborar la actividad del líquido ruminal.

Al término de cada tiempo de fermentación las muestras fueron centrifugadas a 2 000 revoluciones por minuto durante 10 minutos. El residuo de esta primera centrifugada se lavó una sola vez con las mismas revoluciones y el mismo tiempo, después de cada centrifugada se desconta-

ba el líquido sobrenadante. Los residuos fueron secados en la estufa a una temperatura de 80 - 90° C hasta su completo secado.

Los llamados tubos blancos fueron usados como factor de corrección de la materia seca que contiene el líquido ruminal.

La fórmula usada para el cálculo del % de DIMS es la siguiente:

$$DIMS = \frac{\text{muestra inicial} - (\text{residuo} - \text{residuo blanco})}{\text{muestra inicial}} \cdot 100$$

#### 3.4. Duración del Experimento.

El experimento tuvo una duración de 14 días, del 24 de Enero al 7- de Febrero de 1983.

#### 3.5. Tratamientos Estudiados.

Los tratamientos utilizados y el efecto consistieron en 3 especies las cuales son:

Capomo

Mezquite

Parota

Cada especie fue sometida a diferentes tiempos mismos que son: 6,- 18, 30 y 42 hrs.

La combinación de estos factores (especie y tiempo) ocasiona el siguiente tratamiento.

Especie	Tiempo
Capomo	6
Capomo	18
Capomo	30
Capomo	42
Mezquite	6
Mezquite	18
Mezquite	30
Mezquite	42
Parota	6
Parota	18
Parota	30
Parota	42

### 3.6. Diseño Experimental.

Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó un arreglo factorial bájo un diseño completamente al azar 3 (especies) x 4 - - (tiempos de fermentación) y 5 repeticiones por tratamiento, bajo el siguiente modelo;

$$Y_{ijk} = U + T_i + P_j + T P_{(ij)} + E_{ijk}$$

Donde  $Y_{ijk}$  = es igual a un valor  $X$

$U$  = efecto general a todas las observaciones

$T_i$  = efecto de la especie  $i = 1, 2, 3$

$P_j$  = efecto del tiempo  $j = 1, 2, \dots, 4$

$T P_{(ij)}$  = efecto de la interacción tiempo por especie

$E_{ijk}$  = efecto del error aleatorio (error experimental).

Los promedios obtenidos para cada tratamiento fueron comparados mediante la prueba de rango múltiple de Duncan (1957).



## IV. RESULTADOS.

Tabla 2. DIMS del Capomo, Mezquite y Parota en diferentes tiempos de fermentación.

Especies	% de DIMS Tiempo (hr)			
	6	18	30	42
Capomo	47.04	66.28	82.96	87.11
	44.99	69.74	80.10	86.36
	47.04	67.76	81.40	85.46
	45.99	70.27	82.65	85.69
	47.15	70.73	81.86	82.07
Mezquite	47.72	50.87	61.02	60.54
	64.16	53.91	60.87	61.93
	47.46	53.73	62.17	61.74
	47.06	54.78	61.00	60.57
	46.19	58.49	60.44	62.88
Parota	52.35	62.96	68.79	70.56
	51.28	64.35	69.96	69.88
	50.98	62.08	69.34	70.77
	53.17	63.29	68.35	70.99
	51.08	64.39	68.67	71.85

La Tabla que aquí se muestra nos indica los valores para la digestibilidad "in vitro" de las especies probadas en los diferentes tiempos de fermentación. Como se puede observar, el Capomo se comportó de una manera uniforme y superior en todos los tiempos de fermentación, mientras que los valores para la Parota muestran que fueron intermedios y los valores para el Mezquite fueron los mas bajos.

La Gráfica 1 muestra el comportamiento de las especies estudiadas, en sus diferentes tiempos.

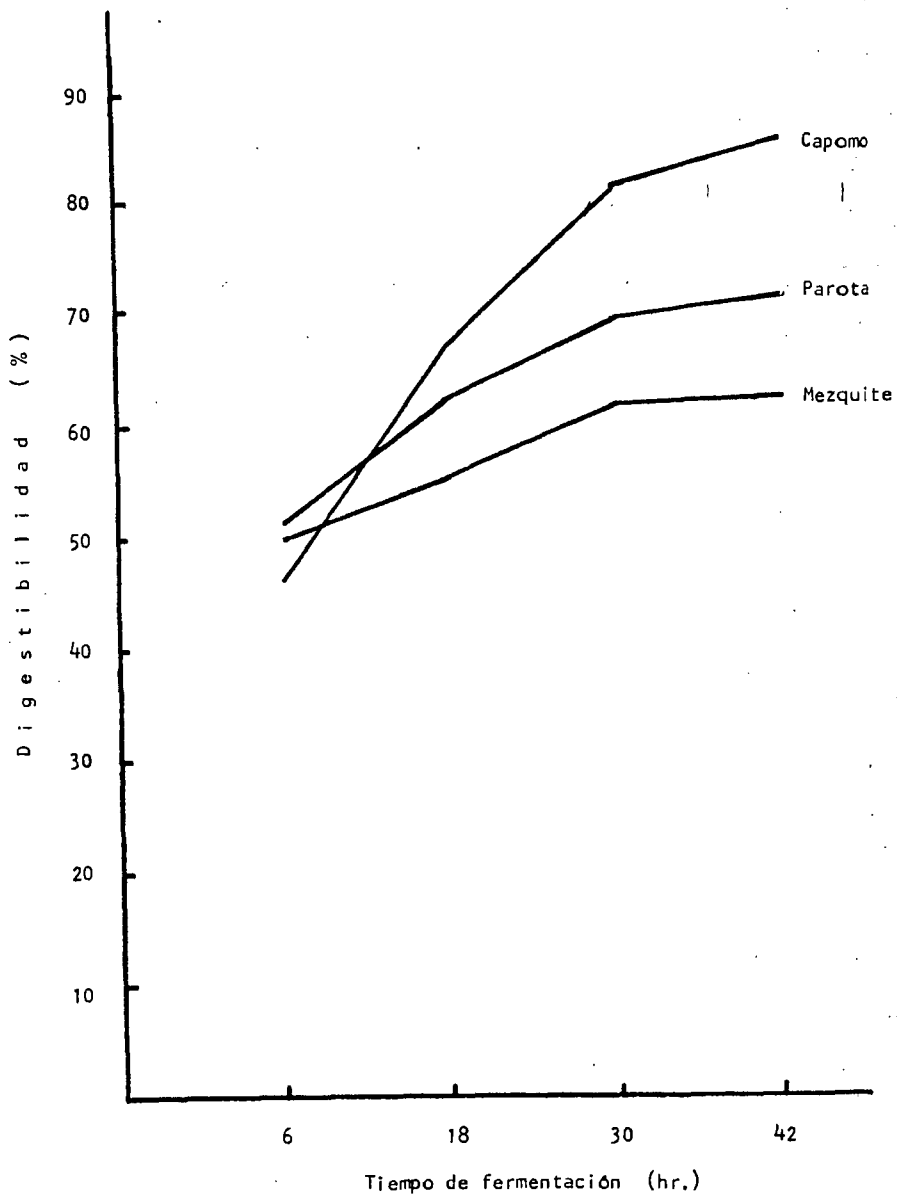
Los valores medios para la DIMS de los suplementos y sus distintos tiempos de fermentación se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores medios de la DIMS de las especies en diferentes tiempos de fermentación.

Especie	% de DIMS			
	Tiempo (hr)			
	6	18	30	42
Capomo	46.44	68.95	81.79	85.33
Mezquite	50.51	55.95	61.10	61.53
Parota	51.77	63.41	69.02	70.74

Como se puede observar a medida que aumenta el tiempo de fermentación se incrementa el porcentaje de digestibilidad de una manera progre

GRAFICA 1. DIMS y tiempos de fermentación para cada especie.



siva en los tres suplementos estudiados.

Tabla 4. Análisis de varianza de las especies, tiempos de fermentación o interacción especie por tiempo

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Especies	2	1 784.45	892.22	141.72	6.93**
Tiempo	3.	4 896.40	1 632.13	259.24	5.95**
T/E	6	1 249.92	208.32	33.09	4.82**
Error	48	302.19	6.29		
Total	59	8 232.97			

\*\* altamente significativo.

C. V. 3.92%

De acuerdo a los análisis de varianza realizados, los resultados obtenidos entre las especies probadas, entre los tiempos de fermentación usados y entre la interacción especie por tiempo indican que hay efectos altamente significativos (P 0.01).

Efecto del tiempo de fermentación sobre los valores de digestibilidad: de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza indican que al irse aumentando el período de tiempo hay un incremento en el porcentaje de digestibilidad, ya que el mismo tiempo no registra el-

mismo porcentaje de digestibilidad.

Efecto de la interacción especie por tiempo sobre los valores de - digestibilidad: En base a los resultados del análisis de varianza indican que al combinarse ambos factores (tiempo/especie) produzcan un efecto positivo.

Tabla 5. Prueba de rango múltiple de Duncan entre las especies.

Especies	Promedio de Digestibilidad
Capomo	70.63 a
Mezquite	57.27 b
Parota	63.73 c

Letras diferentes indican diferencias significativas (P 0.05).

Con el objeto de conocer la diferencia entre las especies se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan, donde se observa que existen diferencias significativas (P 0.05), entre las diferentes especies probadas mostrando una mayor digestibilidad el Capomo, seguida de la Parota y finalmente el Mezquite.

Tabla 6. Prueba de rango múltiple de Duncan entre los tiempos de fermentación.

Tiempo	% Digestibilidad
6	49.57 a
18	62.77 b
30	70.63 c
42	72.53 d

Se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan entre los diferentes tiempos de fermentación indicando que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), en los diferentes tiempos de fermentación, siendo el mejor tiempo a las 42 hrs.

Tabla 7. Prueba de rango múltiple de Duncan para la interacción especie por tiempo.

Especie	Tiempos de fermentación			
	6	18	30	42
Capomo	46.44 bdh	68.95 bc	81.79 a	85.33 a
Mezquite	50.51 bdh	55.95 bdfg	61.10 bdef	61.53 bde
Parota	51.77 bdg	63.41 bde	69.02 bc	70.74 bc

Al efectuarse la prueba de rango múltiple de Duncan para la interacción especie por tiempo indica que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las especies y los diferentes tiempos de fermentación.

Tabla 8. Análisis de varianza para la regresión entre las variables tiempo y digestibilidad en el Capomo.

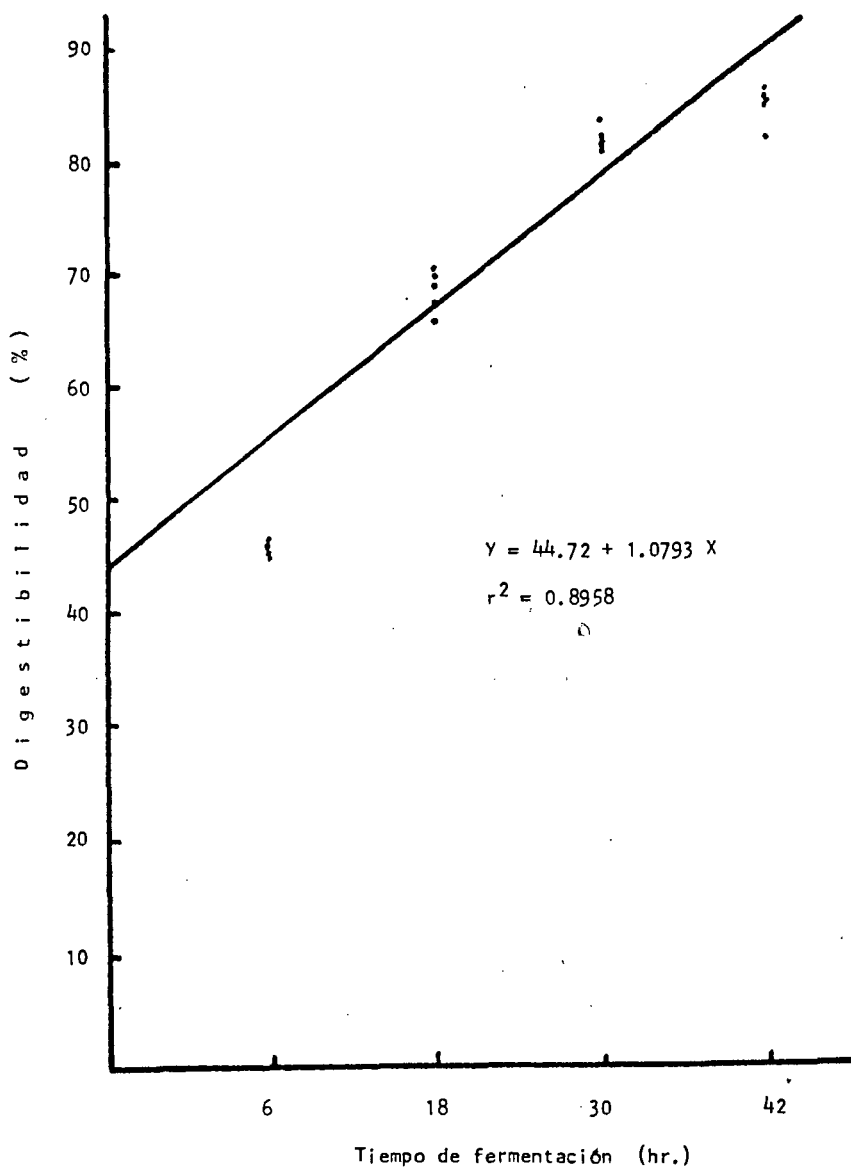
F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft	0.01
Regresión	1	4 194.24	4 194.24	154.83	8.29**	
Error	18	487.59	27.088			
Total	19	4 681.84				

\*\* Altamente significativo.

La ecuación de regresión  $Y = 44.72 + 1.0793 X$  indica que  $B_0 = 44.72$  y es el punto donde la línea recta corta al eje X en 44.72 unidades. Y  $B_1 = 1.0793$  indica que por cada hora que pase el período de tiempo de fermentación hay un incremento de 1.0793 en el porcentaje de digestibilidad, así mismo el valor de  $r^2$  indica el grado de asociación entre el tiempo de fermentación y el porcentaje de digestibilidad, es decir, los valores de digestibilidad son explicados en un 89% por el tiempo a que fue sometida la especie (Gráfica 2).

El análisis de la varianza indica que el tiempo de fermentación

GRAFICA 2. DIMS y tiempo de fermentación para el Capomo.





tiene un efecto significativo sobre los valores de digestibilidad obtenidos.

Tabla 9. Análisis de varianza para la regresión entre las variables tiempo y digestibilidad en el Mezquite.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft	0.01
Regresión	1	364.54	364.54	22.67	8.29**	
Error	18	289.43	16.079			
Total	19	653.97				

\*\* Altamente significativo.

La ecuación de regresión  $Y = 49.63 + 0.3182 x$   $r^2 = 0.5574$

Indica que  $B_0 = 49.63$  es el punto donde la línea recta corta al eje X en 49.63 unidades. Y  $B_1 = 0.3182$  indica que por cada hora que pase el período de tiempo de fermentación hay un incremento de 0.3182 en el porcentaje de digestibilidad, así mismo el valor de  $r^2 =$  indica que los valores de digestibilidad son explicados en un 55% por el tiempo a que fue sometida la especie (Gráfica 3).

El análisis de la varianza indica que el tiempo de fermentación tiene un efecto significativo sobre los valores de digestibilidad obtenidos.

GRAFICA 3. DIMS y tiempo de fermentación para el Mezquite.

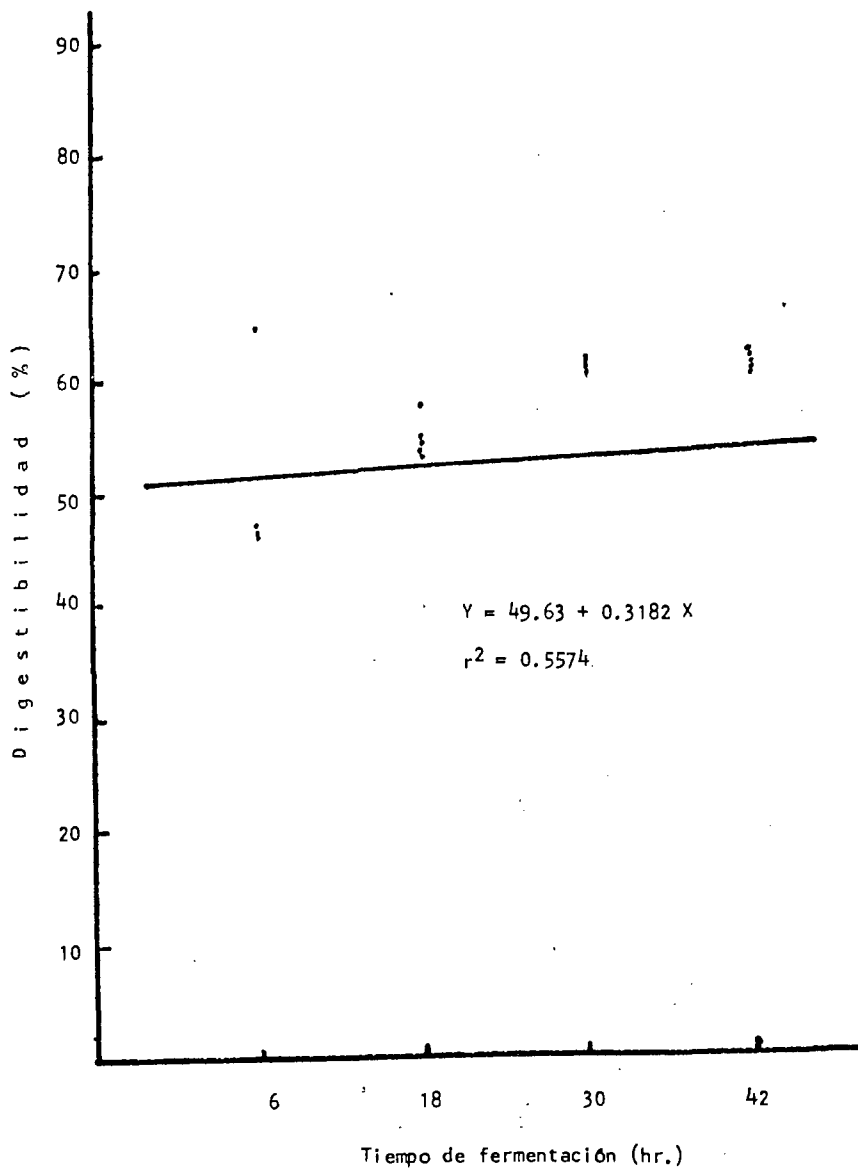


Tabla 10. Análisis de varianza para la regresión entre las variables - tiempo y digestibilidad en la Parota.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft	0.01
Regresión	1	977.31	977.31	129.93	8.29**	
Error	18	135.39	7.521			
Total	19	1 112.707				

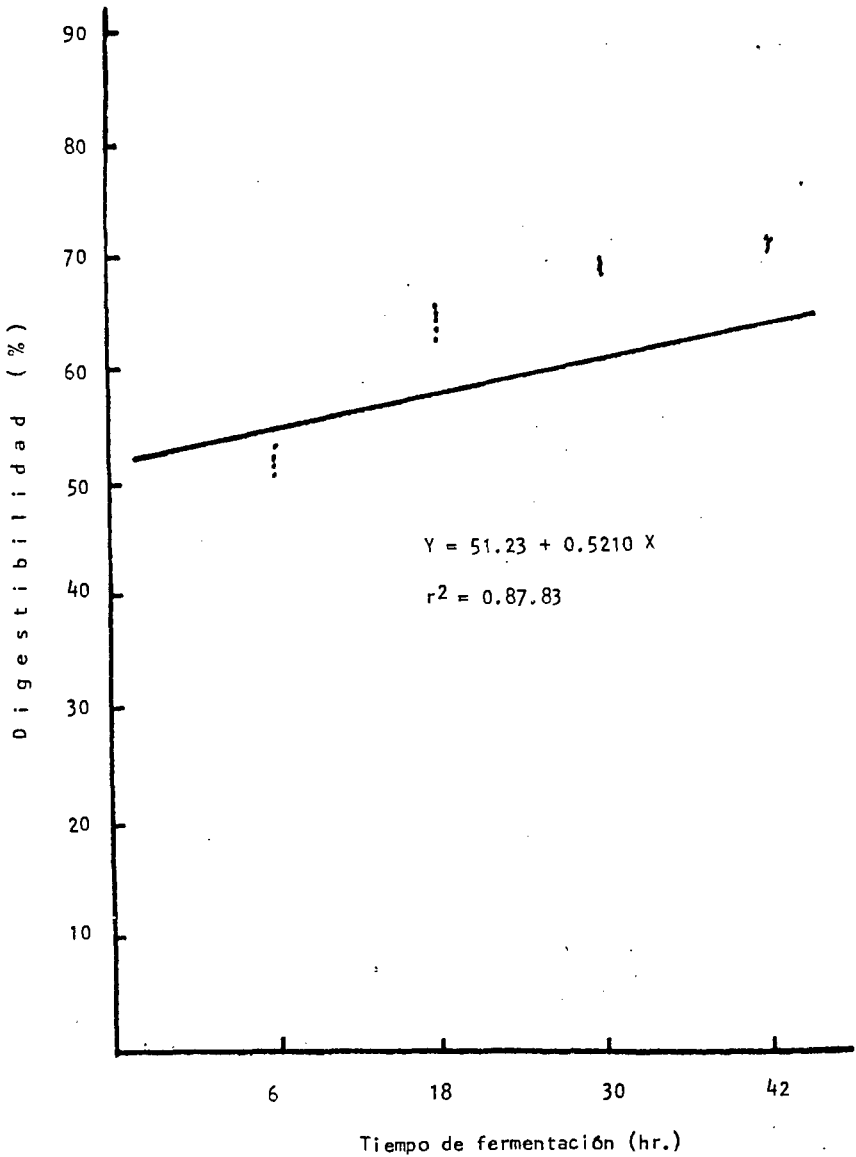
\*\* Altamente significativo.

La ecuación de regresión  $Y = 51.23 + 0.5210 X$   $r^2 = 0.8783$

Indica que  $B_0 = 51.23$  y es el punto donde la línea recta corta el eje X en 51.23 unidades. Y  $B_1 = .5210$  indica que por cada hora que se pase el período de tiempo de fermentación hay un incremento de 0.5210 - en el porcentaje de digestibilidad, así mismo el valor de  $r^2 =$  indica - que los valores de digestibilidad son explicados en un 87% por el tiempo a que fue sometida la especie (Gráfica 4).

El análisis de la varianza indica que el tiempo de fermentación - tiene un efecto significativo sobre los valores de digestibilidad obtenidos.

GRAFICA 4. DIMS y tiempo de fermentación para la Parota.



## V. DISCUSION.

De acuerdo a nuestros resultados obtenidos (Tabla 2 y Gráfica 1) podemos observar los valores de los ingredientes en los diferentes tiempos de fermentación. Observamos en los tres ingredientes que a medida que se incrementó el tiempo de fermentación los valores de digestibilidad mostraron una respuesta lineal, resultados similares fueron tenidos por Losada et al (1976) al estudiar diferentes ingredientes. Nuestros resultados se muestra mas claros al determinarse los valores medios de la materia seca (Tabla 3), la diferencia entre los diferentes ingredientes estudiados (Tabla 4) pudiera deberse a que son diferentes especies, sin embargo esto nos lleva a pensar que el contenido de proteína no influyó en una mayor digestibilidad entre ingredientes ya que muestran porcentajes uniformes (Tabla 1), esto pudiera ser que son proteínas similares en cuanto a su contenido de aminoácidos. McDonald (1975) menciona que la digestibilidad de un suplemento está íntimamente ligado con el contenido de proteína. Un aspecto que fue determinante en la digestibilidad de la materia seca en los suplementos estudiados fue su contenido de fibra (Tabla 1), mientras que el Capomo presentó el porcentaje mas bajo de fibra, intermedio la Parota y mas alto el Mezquite, esto se reflejó en la mas alta digestibilidad del Capomo, intermedio la Parota y mas-

bajo el Mezquite. Nuestros datos concuerdan con los de McDonald (1975) y los obtenidos por Gutiérrez (1981) donde menciona que todos los materiales fibrosos son de baja digestibilidad. El efecto de la interacción especie por tiempo sobre los valores de digestibilidad pudiera ser que se debieron a la diferencia de fibra en la de uno de los suplementos.

De acuerdo a la prueba de Duncan entre las especies (Tabla 5) se observa claramente el comportamiento de cada especie, estos resultados concuerdan con los de Gutiérrez (1981) ya que a medida que se incrementa el porcentaje de fibra existe también una menor digestibilidad. Ver Tabla 1. Al efectuarse la prueba de Duncan entre los diferentes tiempos de fermentación (Tabla 6) se puede observar que a medida que avanza el tiempo de fermentación se incrementa el porcentaje de digestibilidad

En la Tabla 7 se muestra la prueba de Duncan para la interacción. Las diferencias encontradas se debe a que tanto las especies como los tiempos de fermentación producen efectos positivos en la digestibilidad

Las ecuaciones de regresión mostradas en las Tablas 8, 9 y 10 y en las Gráficas 2, 3 y 4. Explican la mayor parte del experimento ya que el Capomo que fue el que registró la mas alta digestibilidad, como se puede observar es el que muestra un mayor incremento en la digestibilidad por cada hora que transcurre o sea 1.0793 y tiene un 89 de relación entre el porcentaje de digestibilidad y el tiempo de fermentación.

De la misma manera para el Mezquite y la Parota que registraron valores bajos y medios respectivamente.

o

## VI. CONCLUSIONES.

Del presente estudio se concluyen los siguientes puntos:

1. La especie que presentó la mas alta digestibilidad fue el Capomo independientemente del tiempo de fermentación. Así mismo el Mezquite presentó la mas baja digestibilidad en todos los tiempos de fermentación.

2. Como se puede observar, a medida que transcurre el tiempo de fermentación se incrementa la digestibilidad. Así tenemos que de 6 a 18 hr de fermentación el incremento fue de 22.5 unidades de digestibilidad, de 18 a 30 hr el incremento fue de 12.8 unidades y de 30 a 42 horas el incremento fue de 3.5 unidades. Por lo tanto el mayor incremento se obtuvo en el período comprendido entre las 6 y 18 horas de fermentación, ésto es para el Capomo que fue la especie que presentó la mas alta digestibilidad. Para el Mezquite en el período de 6 a 18 hr de fermentación presentó un incremento de digestibilidad de 5.5 unidades, en el período de 18 a 30 hr el incremento observado fue de 5.0 unidades y de 30 a 42 horas el incremento fue de 0.43 unidades respectivamente. Para esta especie el mayor incremento de digestibilidad observado fue



en el período comprendido entre las 6 y 18 horas de fermentación.

De los puntos anteriores se concluye que: los mayores incrementos de digestibilidad se registran en el primer período de fermentación, - conforme avanzan los períodos disminuye el incremento de la digestibilidad; de tal manera que el tiempo es el factor que puede llegar a estabilizar la DIMS.

## VII. RESUMEN.

Uno de los mayores problemas que afrontan los países en vías de desarrollo es la de producir la cantidad de alimentos que requiere su población.

En lo que respecta a la producción de alimentos, que es el objetivo primordial de la ganadería, la investigación debe de estar enfocada a la utilización de especies vegetales no comunes como es el caso del Capomo, Mezquite y Parota que tienen un alto contenido proteínico destinadas a la alimentación de los animales rumiantes y éstos a su vez sirven como fuente de alimentos para el hombre.

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Bioingeniería del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara; ubicado en el predio Las Agujas Municipio de Zapopan, Jalisco.

Los materiales estudiados fueron los siguientes:

- a) Capomo (*Brosimum alicastrum*).
- b) Mezquite (*Prosopis laevigata*).
- c) Parota (*Enterolobium cyclocarpum*).

Las muestras utilizadas fueron tomadas al azar de distintos árboles, posteriormente se mezclaron perfectamente, tomando muestras representativas, las cuales fueron secadas a una temperatura de 75° C durante 72 horas. Para la inoculación el líquido ruminal se extrajo de un retrete fistulado de aproximadamente 250 kilogramos de peso, alimentado con una dieta basada en silo de maíz. Posteriormente se procedió a preparar la solución de McDougalls ajustando el pH a 6.9 con adición permanente de CO<sub>2</sub>. Se adicionó a cada tubo 17 cc. de solución buffer de McDougalls y 17 cc. de líquido ruminal y CO<sub>2</sub> durante 30 segundos para mantener las condiciones anaeróbicas.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

Las mayores digestibilidades se observaron en el Capomo, y las mas bajas digestibilidades se observaron en el Mezquite.

El mayor incremento de la DIMS para el Capomo fue de 22.5 unidades en el período de fermentación de 6 a 18 horas. Para el Mezquite fue de 5.5 el incremento de la DIMS observado en el período de 6 a 18 horas de fermentación.

Es posible que al incrementarse el tiempo de fermentación pueda estabilizarse la DIMS.

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

- Balch, C. C. 1977. The potential of poor-quality agricultural rough-ages for animal feeding. In New Feed Resources. FAO Animal Production and Health Paper No. 4. pp. 1-15.
- Barrios, R. S. y Ledezma, R. A. 1979. El bagazo y el bagacillo de caña de azúcar; influencia de su digestibilidad en la alimentación del rumiante (ovino). En: Memoria ALPA de 1979.
- Barton, F.E., II, Amos, H.E., Albrecht, W.J. y Burdick, D. 1974. Treating peanut hulls to improve digestibility for ruminants. J. Anim. Sci. 38:860 - 864.
- Blaxter, K.L. 1964. Metabolismo energético de los rumiantes. Ed. Acribia. 1a. Ed. Zaragoza, España.
- Bohman, V.R. and Lesperance, A.L. 1962. Effect of dietary fat on the digestion and blood composition in cattle. J. Anim. Sci. 21:658 - (abs.).
- Braman, W.L. y Abe, R.K. 1977. Laboratory and in vivo evaluation of the nutritive value of NaOH treated wheat straw. J. Anim. Sci. 46: 496-

505.

- Coombe, J.B. and Tribe, D.E. 1963. The effects of urea supplements on the utilization of straws plus molasses diets by sheep. *Aust. J. agric. Res.*, 14:70-92.
- Church, D.C. 1974. *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes.* Ed. Acribia. 2a. Ed. Zaragoza, España.
- De Alba, J. 1973. *Alimentación del ganado en América Latina.* Ed. Fournier. 2a. Ed. México, D.F. pp. 125-142.
- Donefer, E., Adelaye, I.O.A. y 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, Cellulases and their applications.* pp. 328-342.
- FAO. 1979. *Anuario de producción 1978.* Vol. 32. Roma, Italia.
- Gutiérrez, O. E. 1981. Efecto del tratamiento químico y la suplementación de 4 nutrientes sobre la digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz y la médula de caña. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Hemsley, J.A. y R.J. Moir. 1963. The influence of higher V.F.A. on the intake of urea supplement low-quality cereal hay by sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 14:509-517.

- Hungate, R.E. 1966. The rumen and its microbes. Academic. Press Inc. - London.
- Ichhponani, J.S., and G.S. Sidhu. 1965. Relative performance of Cebu cattle and the Buffalo on urea and non-urea rations. Indian J. Dairy Sci. 18:33.
- Lesch, S.F., P.J.S. Pieterse y F.J. Oosthuizen. 1963. Utilization of the energy in mature veld hay bay steers: effect of urea supplementation. Proc. S. afric. Soc. Anim. Prod. 2:45-47.
- Levy, D., Holzer, Z., Newmark, H. y Folman, Y. 1977. Chemical processing of wheat straw and cotton by-products for fattening cattle. - Anim. Prod. 25:27-37.
- Losada, H., Rivera, J.A., Aranda, E. y Aldrete, R. 1976. Estudio sobre digestibilidad "in vitro" de varias fuentes comunes de suplementos en dietas de caña integral molida. Agricultura Tropical. 1:93.
- Martín, P.C., Cribeiro, T.R., Cabello, A. y Elías, A. 1974. Efecto del hidróxido de sodio y la presión sobre la digestibilidad de la materia seca del bagazo y bagacillo de caña. Rev. Cubana de Cienc. - Agric. 8:23-31.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. 1975. Nutrición animal Ed. Acribia. 2a. Ed. Madrid, España. pp. 184-192.
- Mehra, U.R., Chetal, U., Singh, B.P. y Saxena, Y.R. 1978. Proteolytic-

- activity of rumen microorganisms of cattle and buffalo. *J. Dairy - Sci.* 61:1573.
- Montpellier, F.A. y Preston, T.R. 1975. Valor nutritivo de la caña de azúcar para bovinos. 1. Digestibilidad de la punta, el tallo descortizado, la corteza y la planta integral. *Rev. Mexicana de Prod Anim.* 7:33-39.
- Oloolade, B.G., Mowat, D.N. y Winch, J.E. 1970. Effect of processing methods on the "in vitro" digestibility of sodium hydroxide treated roughages. *Can. J. Anim. Sci.* 50:657-662.
- Owen, E. 1978. Processing of roughages. In recent advances in animal nutrition 1978. Eds. W. Haresign y D. Lewis London, Butterworths. pp. 127-148.
- Preston, T.R., Alvarez, F.J., Carcaño, C. y Gutiérrez, D. 1974. Crecientes niveles de pulidura de arroz como suplemento en dietas basadas en urea y caña de azúcar descortezada y molida. Informe - - anual, Centro de Investigación Ganadera, Chetumal, Quintana Roo. - 10-18.
- Raymond, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. *Advances in Agronomy.* 21:1-108.
- Reiche, C. 1975. Flora excursoria en el valle central de México. Secretaría de Educación Pública. IPN. México. pp. 30, 67-68.

- Riquelme, E. y Rojas, G. 1980. "In vitro" digestibility of sesame - - straw affected by chemical treatment and protein levels and/or - - sources. In 72nd Annual Meeting of the American Society of Animal Science (Abstracts). Cornell University. Ithaca, N.Y. pp.392.
- Rubio, T.J.C. 1982. Evaluación "in vitro" del bagazo y la punta de caña como ingredientes de dieta completa para rumiantes. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Satter, L.D. y Roffler, R.E. 1977. Influence of nitrogen and carbohydrate inputs on rumen fermentation. In Recent Advances in Animal-Nutrition 1977. Eds. W. Haresign y D. Lewis. London, Butterworths pp. 25-49.
- Sebastian, L., Mudgal, V.D. y Nair, P.G. 1970. Comparative efficiency of milk production by Sahiwal cattle and murrâh buffalo. J. Anim.-Sci. 30:253.
- Singh, B.K. y Mudgal, V.D. 1967. The comparative utilization of feed - nutrients from lucerne hay in buffalo and crossbred cebu heifers.- Indian J. Dairy Sci. 20:142.
- Axhnwisse, B.A. y Flatt, P.W. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Univ. of Georgia Press U.S.A.
- Stone, J.E., Scallan, A.M., Donefer, E. y Ahlgren, E. 1969. Digestibili



- ty as a simple function of a molecule of similar size to a cellulase enzyme. In Advances in Chemistry Series, No. 95, Cellulases and their applications. pp. 219-241.
- Summers, C.B. y Sherrod, L.B. 1975. Sodium hydroxide treatment of different roughages. J. Anim. Sci. 41:420. (Abstr.).
- Tarkow, H. y Feist, W.C. 1969. A mechanism for improveing the digestibility of lignocellulosic materials with dilute alkali and liquid-ammonia. In Advances Chemistry Series, No. 95, cellulases and their applications. pp. 197-218.
- Van Soest, P.J., y Robertson, J.B. 1976. Chemical and physical properties of dietary fibre. In Proceedings of the miles Symposium. Nutrition Society of Canada Halifax, N.S. pp. 13-25.
- Vassallo, M.C.C. 1979. Interacciones entre ingredientes en raciones completas, para ganado lechero. Tesis Maestría en Ciencias. Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Weston, R.H. 1967. Factors limiting the intake of feed by sheep. II. Studies with wheaten hay. Aust. J. Agric. Res. 18:983-1002.
- Wilson, R.K. y Pigden, W.J. 1964. Effects of sodium hydroxide treatment on the utilization of wheat straw and poplar wood by rumen microorganisms. Can. J. Anim. Sci. 44:122-123.