

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



" DIGESTIBILIDAD in vitro DE LA MATERIA SECA  
(DIMS) DE HOJAS DE CAPOMO,  
HIGUERA Y PAROTA ".

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A

**MIGUEL CORDERO JIMENEZ**

GUADALAJARA, JAL.

1984



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Junio 23, 1983.

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

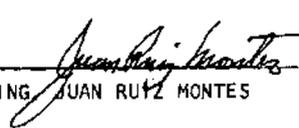
Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

MIGUEL CORDERO JIMENEZ titulada,

"DIGESTIBILIDAD in vitro DE LA MATERIA SECA (DIMS) DE HOJAS DE CAPOMO,  
HIGUERA Y PAROTA,"

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma,

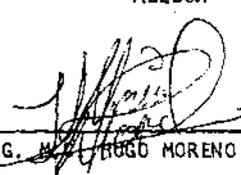
DIRECTOR.

  
\_\_\_\_\_  
ING. JUAN RUIZ MONTES

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. ALFREDO MENDOZA CORNEJO.

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. HUGO MORENO GARCIA.

hlg.

# I N D I C E

|  | Página |
|--|--------|
| I. INTRODUCCION  | 1      |
| II. REVISION DE LITERATURA   | 4      |
| 2.1 Descripción botánica del Capomo.   | 4      |
| 2.2 Descripción botánica de la Higuera.  | 5      |
| 2.3 Descripción botánica de la Parota.   | 6      |
| 2.4 Factores que afectan la Digestibilidad.  | 7      |
| 2.5 Métodos para determinar la digestibilidad<br>de la materia seca <u>in vitro</u> (DIMS).                  | 9      |
| 2.6 Digestibilidad <u>in vitro</u> de algunos forrajes.  | 10     |
| 2.7 Efectos de algunos productos químicos sobre<br>la digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia se<br>ca. | 14     |
| 2.8 Digestibilidad <u>in vitro</u> de algunas maderas.   | 16     |
| 2.9 Digestibilidad <u>in vitro</u> de varios productos.  | 16     |
| III. MATERIALES Y METODOS  | 18     |
| 3.1 Localización   | 18     |
| 3.2 Tratamientos en estudio.   | 18     |
| 3.3 Desarrollo del trabajo.  | 18     |
| 3.4 Duración del experimento.  | 20     |
| 3.5 Diseño experimental.   | 21     |
| 3.6 La Variable a medir.   | 21     |

|  | Página |
|--|--------|
| IV. RESULTADOS   | 22     |
| 4.1 Efecto de la especie.  | 22     |
| 4.2 Efecto de los tiempos de fermentación.   | 23     |
| 4.3 Efecto de la interacción especie/tiempo.   | 23     |
| 4.4 Relación entre la DIMS y los tiempos de fermentación.                            | 25     |
| 4.4.1 Relación entre la DIMS y tiempos de fermentación de la especie <u>Ca</u> pomo. | 25     |
| 4.4.2 Relación entre la DIMS y tiempos de fermentación de la especie Parota.         | 26     |
| 4.4.3 Relación entre la DIMS y tiempos de fermentación de la especie Higuera.        | 27     |
| V. DISCUSION   | 32     |
| VI. CONCLUSIONES   | 34     |
| VII. RESUMEN   | 38     |
| VIII. BIBLIOGRAFIA.  | 40     |

INDICE DE CUADROS

| CUADRO | DESCRIPCION   | Página |
|--------|---|--------|
| No. 1  | DIMS de las diferentes especies en diferentes tiempos de fermentación.                            | 22     |
| No. 2  | Análisis de Varianza para la especie, tiempo de fermentación e interacción especie/tiempo.        | 23     |
| No. 3  | Análisis de Varianza para la regresión entre DIMS y tiempo de fermentación en la especie-Capomo.  | 26     |
| No. 4  | Análisis de Varianza para la regresión entre DIMS y tiempo de fermentación en la especie-Parota.  | 27     |
| No. 5  | Análisis de Varianza para la regresión entre DIMS y tiempo de fermentación en la especie Higuera. | 30     |
| No. 6  | Valores medios de DIMS de las diferentes especies en diferentes tiempos de fermentación.          | 36     |
| No. 7  | Análisis Bromatológico para las tres especies utilizadas en el estudio.                           | 37     |



SECRETARIA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

INDICE DE GRAFICAS.

| GRAFICA | DESCRIPCION   | PAGINA |
|---------|---|--------|
| No. 1   | Relación entre la DIMS y tiempo de fermentación para las tres especies. | 24     |
| No. 2   | Relación entre la DIMS y tiempo de fermentación para el Capomo.         | 28     |
| No. 3   | Relación entre la DIMS y tiempo de fermentación para la Parota.         | 29     |
| No. 4   | Relación entre la DIMS y tiempo de fermentación para la Higuera.        | 31     |

## I. INTRODUCCION

La necesidad de desarrollar intensivamente la productividad agropecuaria en la trópico, a fin de dar soluciones a los requerimientos alimenticios de los habitantes de esas zonas y del resto del país plantea una necesidad inmediata de investigación y experimentación en las áreas tropicales. El potencial biológico de esas zonas, por sus características climáticas, -- permitirá desarrollar una mejor explotación agropecuaria.

Actualmente los pastos constituyen el componente principal de la alimentación de bovinos de carne en los trópicos. Sin embargo, existen condiciones que limitan la productividad de -- los pastizales. En estas áreas con precipitaciones estacionales, los forrajes crecen rápidamente durante la primera parte de la estación de lluvias, alcanzando el estado de maduración. Este crecimiento se detiene al inicio de la estación de sequia. Las partes aéreas de los pastos se secan, no siendo palatables en este estado. El contenido de proteína es bajo en esta estación, disminuyendo la digestibilidad y el consumo voluntario, -- elevándose los niveles de fibra cruda y manteniéndose constante los contenidos de carbohidratos. (Alderete et al 1976).

En estas zonas tropicales del país se encuentran distribuidas especies como el Capomo, Parota e Higuera, que cobran importancia por la utilización de que son objeto. Respecto al Ca

pomo sus hojas y frutos son utilizados con mucha frecuencia como forrajes para ganado en las épocas de sequía. Los frutos maduros tienen un sabor dulce agradable y en ocasiones se usan - las semillas para mezclar con maíz cuando este es escaso. Mientras que la utilización de la Parota e Higuera sólo sus hojas - son utilizadas como forraje para ganado. (Pennington et al -- 1968).

De todo lo antes dicho se deriva la importancia de saber hasta que punto son digestibles estas especies para poder darle una utilización más práctica.

Abastecer al animal productivo con una cantidad suficiente de energía utilizable y nutriente es prácticamente el problema más crítico que encara la alimentación de bovinos de carne. Este problema existe en países con una explotación ganadera intensiva tanto como en aquellos que intentan intensificar la explotación ganadera. De cualquier manera el aumento y altos precios de los granos implican que el abastecimiento abundante de alimentos con harinas en la dieta de los rumiantes deberían ser revisados críticamente, de hecho esta situación motiva la investigación dirigida al exámen de materiales no convencionales como sustitutos convencionales para la dieta. Estimaciones de forraje son requeridos por granjeros, extencionistas, agronomos y veterinarios por una variedad de razones que va desde el uso -- planeado de forrajes en programas integrales de alimentación --

hasta supervisión de gran número de nuevas variedades forraje--  
ras.

La digestibilidad es uno de los factores que determinan--  
la calidad del forraje, pero las mediciones utilizadas para ru--  
miantes son caras y requieren grandes cantidades de forrajes, -  
las evoluciones rutinarias de forraje tales como un exámen bro--  
matológico en el laboratorio requiere un método que es simple,-  
rápido y barato que puede ser usado para predecir digestibili--  
dades con pocos errores usando pequeñas cantidades de muestra.  
(Horton et al 1980).

El objetivo de éste trabajo es determinar la digestibili--  
dad "in vitro" de la materia seca (DIMS), de las hojas de algu--  
nos ingredientes exóticos tales como Capomo, Higuera y Parota.

## II. REVISION DE LITERATURA.

## 2.1 Descripción botánica del Capomo.

|               |                |
|---------------|----------------|
| Reino:        | Vegetal        |
| División:     | Fanerogama     |
| Subdivisión:  | Angiosperma    |
| Clase:        | Dicotiledónea. |
| Familia:      | Moraceae       |
| Género:       | Brosimun       |
| Especie:      | Alicastrum     |
| Nombre Común: | Capomo.        |

El Capomo es un árbol hasta de 40 m. de altura y d.a.p. - hasta 1.5 metros, tronco derecho, ramas ascendentes y colgantes copa piramidal y densa, corteza lisa o más frecuentemente escamosa en piezas grandes y cuadradas, gris clara o gris parda, hojas en yemas hasta de 1 cm, agudas cubiertas por una estípula - muy aguda, verdes y alternas, simples; láminas de 4 x 2 al - - 8x7.5 cms, lanceoladas o elípticas, ápice agudo. La lámina de la hoja presenta en el haz agallas en forma de dedos de guante, flores monoicas, en cabezuelas axilares, cada cabezuela consiste en muchas flores masculinas y una sola flor femenina, ovario supero o infero, uniovular, con dos estilos. Un sólo ovulo colgado el vértice del ovario; frutos en bayas de 2 a 2.5 cms. de diámetro, globosas con pericarpio carnoso, verde amarillento, -

anaranjado, contienen 1 semilla de sabor dulce. (Pennington et al 1968).

## 2.2 DESCRIPCION BOTANICA DE LA HIGUERA.

|               |               |
|---------------|---------------|
| Reino:        | Vegetal       |
| División:     | Fanerogama    |
| Subdivisión:  | Angiosperma   |
| Clase:        | Dicotiledónea |
| Familia:      | Moracea       |
| Género:       | Ficus         |
| Especie:      | Tecolutensis  |
| Nombre común: | Higuera.      |

Arbol estrangulador hasta de 15 m. y d.a.p. hasta de 1 m, con ramas ascendentes y copa densa, corteza lisa, morena con -- lenticelas redondas y protuberantes palidas, corteza de 7 a 9 - mm., hojas con yemas de 5 a 30 mm. agudas verdes o morenas, la- ceoladas caedizas y dispuestas en espiral, simples, ápice otuso o redondeado; verdes oscuras y opacas en el haz verde palidas - en el envés, flores monoicas con receptáculos huecos, gemijacos en las axilas de las hojas, casi sesiles envueltas por 2 o 3 -- bracteas redondeadas y pubescentes verdes, flores muy pequeñas, las masculinas reducidas a un estambre, las femeninas reducidas a un pequeño ovario rodeado por un perianto lobado, frutos sico nos carnosos sobre pedunculos con bracteas persistentes, gla- ~

bros verde amarillentos en la base y rosadas o anaranjadas en la mitad superior, conteniendo drupas pequeñas con una semilla. (Pennington et al 1968).

### 2.3 DESCRIPCION BOTANICA DE LA PAROTA.

|               |               |
|---------------|---------------|
| Reino:        | vegetal       |
| División:     | Fanerógama    |
| Subdivisión:  | Angiosperma   |
| Clase:        | Dicotiledonea |
| Familia:      | Leguminosa    |
| Subfamilia:   | Mimosoidea    |
| Género:       | Enterolobium  |
| Especie:      | Cyclocarpum   |
| Nombre Común: | Parota.       |

Arbol hasta de 30 m. con el tronco derecho, ramas ascendentes y copa hemisférica, a veces más ancha que alta, corteza lisa o granulosa, parda gris pardusca, con lenticelas alargados, hojas dispuestas en espiral bipinadas, yemas de 2 mm, agudas cubiertas por estipulas, verde oscuro pubescentes, de 15 a 40 cm. de largo incluyendo el peciolo, flores en cabezuelas axilares sobre pedunculos escazamente pubescentes, flores actinomorficas caliz verde, tubular con dientes o vados pequeños, corola verde clara, tubular con 5 lobulos valvados, lanceolados, agudos cilioladas, anteras verdes, ovario supero, unilocular multiovu-

lar, estigma simple, frutos en vainas de 7 a 12 cms. de diámetro, aplanadas y enrosacas leñosas, moreno oscuras, brillantes de olor y sabor dulces con muchas semillas ovoides y aplanadas rodeadas por una pulpa fibrosa y dulce. (Pennington et al - - 1968).

#### 2,4 FACTORES QUE AFECTAN LA DIGESTIBILIDAD.

Digestibilidad es la proporción del alimento que no es excretado por las heces y que su supone, por lo tanto, que ha sido absorbida. Esta a su vez se ve afectada por varios factores como son: Composición de la ración que nos dice que la digestibilidad de un alimento no solamente se ve afectada por su propia composición, sino también por la de otros alimentos consumidos al mismo tiempo. Este efecto asociativo de los alimentos es un obstáculo para determinar la digestibilidad. Por ejemplo La digestibilidad de una cebada puede variar según haya sido consumida con heno o con ensilado, o bien la cebada dada con el heno puede alterar la digestibilidad del propio heno. Otro factor sería la preparación de los alimentos que nos explica que los alimentos antes de ser administrados son sometidos a tratamientos comunes como son: trocearlos, aplastarlos, molerlos, triturarlos y la cocción. Por ejemplo: Para obtener la digestibilidad máxima, los granos de cereales han de ser triturados para el ganado vacuno y molidos para los cerdos, de lo contrario tal vez pasen por el intestino sin ser atacados. Los voluminosos --

son sometidos a varios procesos como el aplastado que tiene poco efecto sobre su digestibilidad; el molido fino seguido a menudo de granulación, atraviesan el rumen con mayor velocidad -- que los materiales largos o troceados y sus componentes fibrosos pueden no fermentar por completo, por lo tanto el molido de los voluminosos disminuye la digestibilidad de su fibra bruta y materia seca. Por lo que respecta a la cocción de los alimentos -- mejora muy poco su digestibilidad, excepto en el caso de las patatas y el maíz dados a cerdos y aves. En algunos concentrados de proteína vegetal se puede mejorar la digestibilidad por calentamiento, destruyendo un inhibidor enzimático presente en el alimento. Por lo que respecta a la Composición del Alimento: La -- digestibilidad de un alimento está íntimamente ligada con su composición química. Debido a esto hay alimentos que presentan -- poca variación en su digestibilidad y otros con digestibilidad -- más variable. Se encuentran también factores dependientes del animal donde la digestibilidad es más bien una propiedad del alimento que del consumidor, lo que no quiere decir que un alimento dado a animales distintos sea siempre digerido en el mismo grado. El factor animal más importante es la especie. Dentro de los -- factores dependientes tenemos a Nivel de Ingestión y nos dice -- que un aumento de la cantidad de comida ingerida por una animal -- hace que la velocidad de paso de la ingesta sea mayor y por lo -- tanto menor el tiempo durante el que está expuesta a la acción -- de las enzimas, lo que puede ocasionar una disminución de la digestibilidad. El nivel de ingestión se define mejor en relación

con la cantidad de alimento que el animal necesita para mantenimiento. (McDonald et al 1975).

## 2.5 METODOS PARA DETERMINAR LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA IN VITRO (DIMS).

Urness et al (1977) comparando la digestibilidad en 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 en vivo. Mordaunt et al (1974) mencionan tres métodos para determinar DIMS en varios pastos. Encontraron que el método de Van Soest y Wine tuvo un error de predicción de más o menos 3.9 el de Edwards tuvo un error de predicción de 4.5, el de Christian más o menos de 2.4 y comparado con el de Trilley y Terry más o menos 2.1, sólo el de Christian pareció favorable. Sayre et al (1971) trabajaron con cuatro forrajes, *Dactylis glomerata*, alfalfa, *Bromus* y timothy comparando tres tipos de recipientes: Frascos Erlenmeyer de 125 ml, tubo de vidrio de centrifuga de 122 x 28 ml. y tubos de vidrio de tapón de rosca 200 x 25 ml. Obtuvieron grandes diferencias de digestibilidad porque fueron diferentes especies, diferentes estados de madurez y diferente tamaño de muestra (250, 375, 500 mg). Las digestibilidades fueron constantemente bajas con los tubos de centrifuga. Se encontró que los tubos de tapón de rosca fue favorable, o sea no hubo diferencia con los tubos Erlenmeyer.

Brown y Radcliffe (1979) determinaron la DIMS de 6 muestras de ensilado de maíz molido preparado por tres métodos; congelado con nitrógeno líquido, secado en refrigerador y secado en estufa, debido a la pérdida de componentes volátiles de las muestras secadas en refrigerador, y estufa, la composición química fue diferente al ensilado original. La DIMS de las muestras secadas en estufa y refrigerador fueron significativamente más bajas que las congeladas en nitrógeno líquido debido a la pérdida de los componentes volátiles.

## 2.6 DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE ALGUNOS FORRAJES.

Robles et al (1981) trabajaron con tallos y hojas de alfalfa, preparados de diferente manera; sin procesar, con agua hirviendo y fibra detergente neutra (NDF). Se le adicionó Au y Cr a cada preparación, la más baja adición fue para el NDF. La más alta recuperación fue encontrada con NDF; 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 menor digestibilidad que las que no se marcaron; cuando se le agregó cromo redujo la digestión in vitro más que cuando se le agregó Au excepto en NDF. En otros trabajos usando Kikuyo grass Ishizaki et al (1981) evaluaron y compararon el contenido de nutrientes, composición mineral y digestibilidad in vitro de este pasto recogido por tres métodos, fístula esofágica - recolección a mano, recortadas. Las fracciones de plantas con-

sistían 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, P, Na, Mn, Zn, Ca, Cu, Al, Fe, fue mayor en la muestra esofagueal, recolección a mano y recortada en ese orden. Las DIMS fueron mayores para muestras esofagueales que para muestras recogidas a mano recortadas. La digestibilidad de la materia orgánica fué más baja que la DIMS pero las diferentes entre los métodos de recolección siguieron idénticas tendencias.

Marquez et al (1982) estudiaron la digestibilidad de materia orgánica y fibra cruda de heno de soya y pasto de melaza (Melines minutiflora) 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 buffalo fue de (40%) mayor que la del cebú (31.7) y el holstein (29.1%). Cuando estaban consumiendo la ración de ensilado, el buffalo 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 la fibra cruda. Hor-  
ton et al (1980) alimentaron a 2 carneros castrados y a 2 novi-

llos con 2 dietas, una a base de paja y otra a base de heno. - Encontraron que los valores fueron menores con inóculo de anima les alimentados con paja y más alto cuando se alimentó con he-- no. 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.

En otros trabajos Masuda (1977) comparando la DIMS de fo rrajes de avena, bajo diferentes temperaturas e intensidades de luz, encontró que cuando se incrementaba la temperatura había - una declinación en la DIMS con disminución en la intensidad de la luz la DIMS mostró una ligera declinación. Utilizando algu- nos aditivos como NaOH y KOH sobre la DIMS Shults et al (1974)- trabajaron con material ensilado, la digestibilidad del L. Mul- tiflorum de edad avanzada y maduro fisiológicamente fue de - - 33.1% mientras que con 4.1% de NaOH más de 20% de melaza 1% de urea y 40 días de ensilado observó una DIMS de 54.3%.

Arroyo et al (1974) evaluaron diferentes forrajes tropi- cales con una edad de 7 a 63 días, encontrando una DIMS menor - comparada con los forrajes de zona templada de la misma edad. Así mismo Sánchez (1983) estudió la DIMS de 4 gramíneas perenn- nes con 4 cortes en época de invierno, utilizando 4 tiempos de fermentación 24, 48, 72 y 96 hrs. Encontrando que las DIMS ai- tas se observaron en los pastos Westes Wold, Barpectra, Westes-

Wold Barvestra, Westes Wold Tetraploide americano y para los -- pastos Orchard Barsula, Rye Grass perenne Lyn y Faw fescue presentaron DIMS intermedias. Teniendo el índice más bajo de DIMS el pasto Kentucky común. Las más altas DIMS se presentaron en los tiempos de 24 a 48 hrs. Rouquette et al (1974) evaluaron y seleccionaron variedades en diferentes etapas de madurez de Panicum coloratum mediante la DIMS y encontraron que el porcentaje de digestibilidad de materia seca y la DIMS de f-bra detergente ácida bajó de 62,74 y 60% a 51, 65 y 47% respectivamente con plantas maduras.

Soto (1983) estudió la DIMS de semillas de Capomo, Parota y Mezquite con 4 tiempos de fermentación 6, 18, 36 y 48 horas, encontrando que las mayores digestibilidades se observaron en el capomo y las más bajas digestibilidades en el mezquite. Las mayores digestibilidades se observaron en el periodo de 6 a 8 horas de fermentación. Cordero (1981) trabajó con tres niveles de bagazo de Agave tequilana mezclado con ensilado de maíz con diferentes tiempos de fermentación (24, 48, 72 y 96 horas). Las proporciones de bagazo fueron 75, 50 y 25% y encontró que las mayores digestibilidades se obtuvieron con el nivel de 50% de bagazo y 50% de ensilado de maíz y las más bajas con el nivel de 75% de bagazo y 25% de ensilado de maíz y a medida que se incrementaba el tiempo de fermentación se incrementaba la digestibilidad.

Nelson et al (1975) estudiaron los efectos en diferentes tiempos de fermentación de pasto Bermuda, bahía rye grass, 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 perennes y para pastos anuales y leguminosas fué de 36 horas.

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

## 2.7 EFECTOS DE ALGUNOS PRODUCTOS QUIMICOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA.

Balwin et al (1981) probaron cloruro de decanamina, N-metil un decamina y N-dimetil dodecanamina, para investigar sus efectos sobre la digestibilidad de celulosa in vitro para microorganismos ruminales inadaptados. El tiempo de fermentación fué de 48 horas, la digestibilidad de la celulosa fué reducida 97, 89, 31% del valor de control por 5, 10, 25% ppm. de las aminas respectivamente. Concluyeron que esas aminas primarias, se

cundarias y terciarias inhiben a pequeños microorganismos que digieren la celulosa en el rumen. 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. Las siguientes variables se evaluaron, las cuales se esperaba que influyeran los tres parámetros; (a) PH, (8-14), (b) temperatura 25-75 grados C) y (c) tiempo de tratamiento (10 min. a 24 horas). Se obtuvo una relación aproximadamente inversa entre contenido de D-aminoácidos y lisinoalanina y magnitud de la proteólisis. Tales cambios pueden bajar la calidad y seguridad de los alimentos. En otro trabajo Riddeil et al (1982) probaron el efecto in vitro del ac. Nicotínico en la fermentación microbiana concluyendo que la síntesis microbiana de proteína fue mayor con niacina y harina de soya que con niacina y urea. Por otro lado en la mayor parte de los casos la niacina disminuía la síntesis con urea. Estas respuestas de la niacina con harina de soya ocurrían sin importar el tipo de forraje o la tasa de forraje: concentrado, excepto cuando el sustrato contenía 50% de forraje de alfalfa.

Spencer y Amos (1977) estudiaron la DIMS del pasto Bermuda con diferentes tratamientos químicos, utilizaron metano, hidróxido de potasio e hidróxido de sodio, con diferentes niveles de proteína 8.5 (baja) 15.4 (buena) y 19.4 (alto). El efecto del metanol sobre la DIMS fue bajo sin embargo mezclado con hidróxido de potasio incrementó la DIMS de 5 a un 46% dependiendo

del nivel de pureza y calidad del pasto, para el pasto de baja-calidad proteínica la DIMS fue de 46% para el bueno fue de 14% y de 15% de DIMS para el de alta calidad, con 10% de hidroxido-de potasio. En el pasto de bajo y buen contenido de proteína - utilizando hidroxido de sodio e hidroxido de potasio se incre- mentó la DIMS y en el pasto de alta calidad utilizando hidroxido de sodio incrementó la DIMS en un 18% comparado al 12% cuando se utilizó el hidroxido de potasio.

## 2.8 DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE ALGUNAS MADERAS.

Algunos reportes para DIMS en las pulpas de madera mencionadas por Baker (1973) quien trabajó con papel de abedul y pino. Encontraron para la primera usando tiempo de 0 a 120 minutos, y temperatura de 110-170 grados centígrados tuvo una DIMS de 15 a 90%. Mientras que para el pino rojo los tiempos fueron 0 y 130 minutos y la temperatura de 140-165 grados centígrados y su DIMS fue de 15 y 80%. Así mismo Heaney y Bender (1970) encontraron incrementos en la DIMS de aserrín tratado con presiones de 4.6 y 8 atmosferas por 15 y 30 min. con diferencia entre los valores mínimos y máximos de un 30% de igual forma fue altamente significativa.

## 2.9 DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE VARIOS PRODUCTOS.

Wanapat et al (1978) detexminaron la DIMS de 4 raciones-

con alto contenido de fibra y con 6, 75, 9, 82, 9.76 y 10% de proteína cruda respectivamente, utilizaron líquido ruminal de 4 borregos y 4 novillos obteniendo los siguientes resultados: - - 56.47% y 59.85% y 57.96% de DIMS con líquido ruminal de borrego y con líquido de novillo; 51.95%, 52.28%, 55.07% y 52.61% de -- DISM. En otro trabajo Warren y Utley estudiaron el efecto que tiene sobre la DIMS el cambio de dieta y encontraron que una amplia diferencia en la composición de la dieta tuvo poco efecto sobre la DIMS en este estudio. Pero hubo pequeñas pero consistentes diferencias en los valores absolutos, debido a la dieta- el cual puede efectuar las evaluaciones nutritivas.

Livia (1982) estudió la digestibilidad in vitro de productos de leche fermentada. Determinó el tamaño del grumo en diversas etapas de la digestión por un método de tamizado y la cantidad de nitrógeno en cada tamaño de grumo se estimó analizando muestras liofilizadas de cuajo (grumo) comparó los resultados con los de leche humana cual, teniendo mejor digestibilidad fué la referencia mostrando la evaluación que un bajo pH como producto de la fermentación tenía una influencia positiva en la digestibilidad in vitro.

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 LOCALIZACION

El presente estudio 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, con una latitud de 20°14' norte y 103° 20' longitud sobre oeste a una altura de 1500m.s.n.m. con una temperatura de 30°C como máxima y mínima de 5.5°C con una media de 18°C.

#### 3.2 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

Hojas de Parota.

Hojas de Capomo.

Hojas de Higuera.

#### 3.3 DESARROLLO DEL TRABAJO.

Las hojas de Parota, Capomo e Higuera fueron recolectadas en la Huerta Jalisco, tomadas totalmente al azar. Se tomaron muestras representativas y se trabajaron individualmente, las cuales fueron secadas a una temperatura 80°C durante 48 horas. Una vez secadas se procedió a molerlas en un molino Wil-

ley de cuchillas, con un tamíz de 2 milímetros de espesor del poro, las muestras fueron guardadas en bolsas de plástico selladas. Posteriormente se realizó la DIMS de acuerdo con el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963) en su primera etapa. Los tiempos de fermentación fueron 6, 12, 24 y 48 horas.

Para la inoculación, el líquido ruminal se extrajo de un torete de aproximadamente 250 kg. de peso, alimentado con concentrado y ensilado de maíz. El líquido ruminal fue extraído a través de la fistula ruminal con una manguera de 2 metros de longitud, removiendo el contenido de tal manera que el líquido-ruminal extraído fuera más uniforme para ser depositado en un termo. El líquido se llevó al laboratorio e inmediatamente 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, adicionándole  $\text{CO}_2$  para mantener las condiciones anaerobicas.

Posteriormente se procedió a preparar la solución de McDougalls ajustando el pH a 6.9 con adición permanente de  $\text{CO}_2$ . Se tomaron muestras de 0.300 a 0.350 gramos, se adicionó a cada tubo 17 c.c. de solución buffer de McDougalls y 17 c.c. de líquido ruminal y  $\text{CO}_2$  durante 30 segundos para mantener las condiciones anaerobicas. Se puso a incubar en baño maría a 30°C con agitación longitudinal respecto al tubo. Se pusieron muestras por triplicado, dos muestras contenían sólo líquido ruminal y saliva de McDougalls llamados blancos, dos tubos testigos (alfalfa),

de digestibilidad conocida, sólo para corroborar la actividad -- del líquido ruminal.

Al término de cada tiempo de fermentación las muestras - fueron centrifugadas a 2500 revoluciones por minuto cada 5 minutos. El residuo de cada centrifugada se lavó de 2 a 4 veces con las mismas revoluciones y el mismo tiempo, después de cada cen-- trífugada se filtró los sólidos sobrenadantes que quedaban, para que no se perdieran al ser decantados.

Los residuos tanto de los filtros como el de los tubos - fueron secados en la estufa a 90°C por 24 horas. Posteriormente el residuo seco de los filtros se sumó al residuo seco de los tu bos de centrifuga.

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 si- guiente:

$$\text{DIMS} = \frac{\text{Muestra inicial} - (\text{Residuo} - \text{Residuo blanco})}{\text{Muestra inicial}} \cdot 100$$

#### 3.4 DURACION DEL EXPERIMENTO.

La duración del experimento fue de 8 ds. del 25 de abril

al 2 de mayo de 1983.

### 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó una arreglo factorial 4x3 (4 tiempos de fermentación, 3 especies) bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento bajo el siguiente modelo matemático.

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

Donde  $Y_{ijk}$  es igual a un valor  $X$ ;  $U$  es igual a la media del valor  $X$ ;  $T_i$  es igual al efecto de la especie  $i$  1,2,3,  $P_j$  es igual al efecto del tiempo  $j$  1,2,3,4;  $TP_{(ij)}$  es igual al efecto de la interacción tiempo/especie;  $E_{ijk}$  es igual al efecto del error aleatorio (error experimental).

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

### 3.6 LA VARIABLE A MEDIR.

La variable a medir fue:

- 1) % de digestibilidad.

## IV. RESULTADOS

Los valores para la Digestibilidad "in vitro" de la Materia Seca (DIMS) de las tres especies en diferentes tiempos de fermentación se presentan en el cuadro 1 y la gráfica 1.

Cuadro 1. DIMS de las diferentes especies en diferentes tiempos de fermentación.

| ESPECIE | % de DIMS   |       |       |       |
|---------|-------------|-------|-------|-------|
|         | TIEMPO<br>6 | 12    | 24    | 48    |
| Capomo  | 30.64       | 40.51 | 48.04 | 52.81 |
|         | 29.79       | 39.82 | 50.74 | 49.48 |
|         | 30.62       | 41.87 | 49.05 | 56.41 |
| Parota  | 28.82       | 31.95 | 38.74 | 73.27 |
|         | 24.83       | 30.08 | 40.22 | 91.85 |
|         | 28.16       | 34.02 | 38.29 | 73.61 |
| Higuera | 23.70       | 35.87 | 45.61 | 80.55 |
|         | 21.02       | 30.29 | 45.89 | 78.63 |
|         | 30.91       | 34.34 | 49.13 | 76.70 |

## 4.1 EFECTO DE LA ESPECIE.

De acuerdo al análisis de varianza presentado en el cuadro 2 se indica que no hay efecto significativo ( $P < 0.05$ ) entre -

especie sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca.

#### 4.2 EFECTO DE LOS TIEMPOS DE FERMENTACION.

En el cuadro 2 se indica que si hay efecto de los tiempos de fermentación sobre la DIMS (P 0.05).

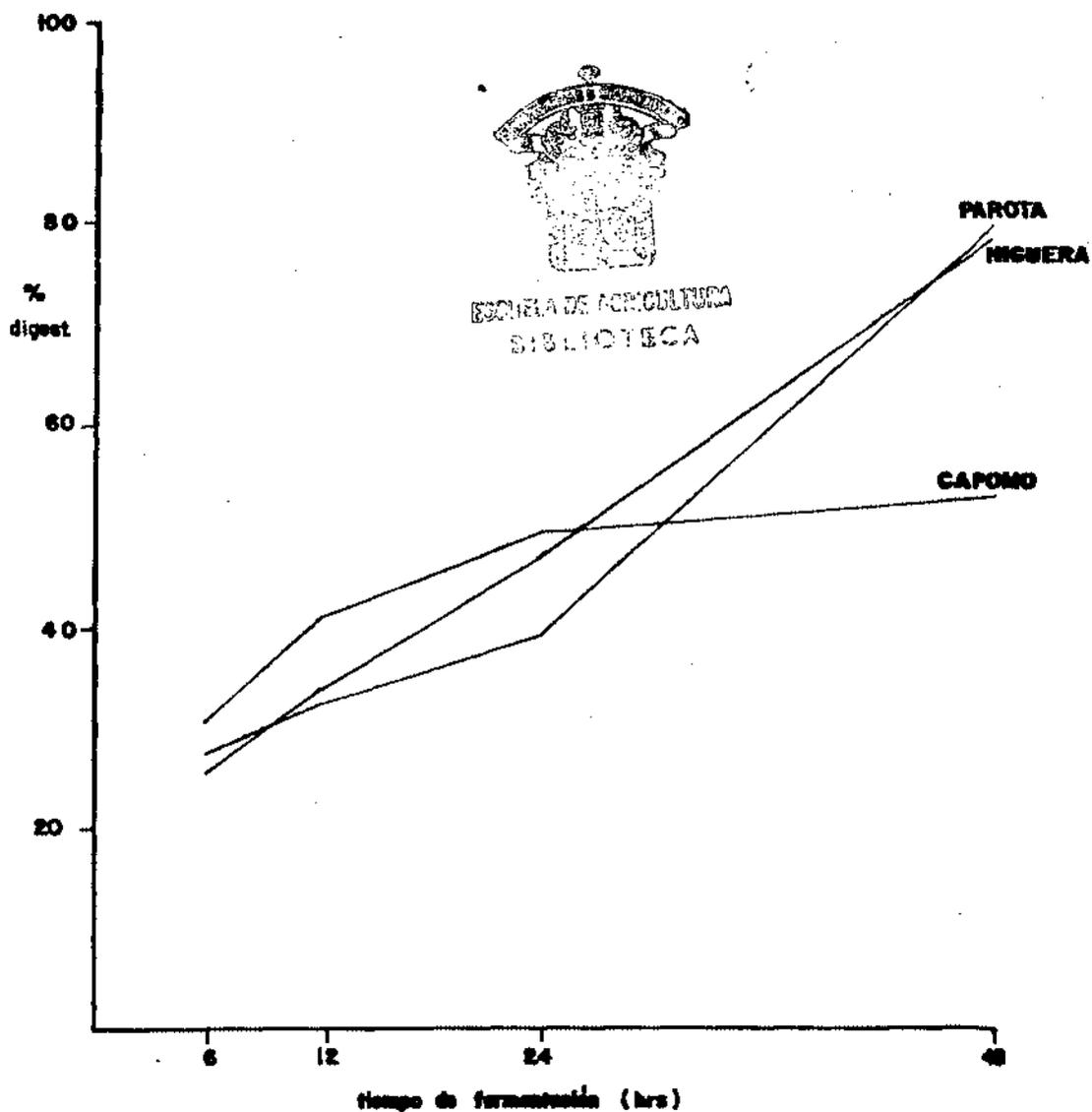
#### 4.3 EFECTO DE LA INTERACCION ESPECIE/TIEMPO.

Habiéndose analizado por separado el efecto de la especie y el tiempo y con los resultados mostrados, se optó por determinar el efecto de la interacción de estos dos factores, teniendo como resultado que si existe un efecto altamente significativo - (P 0.01) de dicha interacción sobre la DIMS.

Cuadro 2. Análisis de Varianza para la especie, tiempo de fermentación e interacción especie/tiempo.

| F.V.           | G.L. | S.C.       | C.M.    | F.C.   | f.t  |      |      |
|----------------|------|------------|---------|--------|------|------|------|
|                |      |            |         |        | 0.05 | 0.01 |      |
| (Tratamientos) | (11) | 11050.26   | 1004.56 | 67.10  | 2.22 | 3.09 | **   |
| Especie        | 2    | 45.3028    | 22.6514 | 1.512  | 3.40 | 5.61 | N.S. |
| Tiempo         | 3    | 9334.80    | 3111.60 | 207.80 | 3.01 | 4.72 | **   |
| E x T          | 6    | 1670.1583  | 278.359 | 18.589 | 2.51 | 3.67 | **   |
| Error          | 24   | 359.378    | 14.974  |        |      |      |      |
| Total          | 35   | 11409.6391 |         |        |      |      |      |

Grafica 1 relacion entre la DIMS y tiempos de fermentación para las 3 especies



\*\* Altamente significativo.

N.S. No significativo.

C.V. 8.67%



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

#### 4.4 RELACION ENTRE LA DIMS Y LOS TIEMPOS DE FERMENTACION.

Se corrieron las regresiones para explicar la variación de los resultados provenientes de las diferentes especies y los tiempos de fermentación. Tales regresiones fueron DIMS de cada especie en función de los tiempos de fermentación.

##### 4.4.1 RELACION ENTRE LA DIMS Y TIEMPOS DE FERMENTACION DE LA ESPECIE CAPOMO.

En el cuadro tres observamos que la regresión es altamente significativa ( $P < 0.01$ ), por lo tanto la ecuación de regresión para esta especie explica la mayor parte del fenómeno. El factor de variación Residual agrupa todos los efectos no lineales.

De acuerdo al análisis de determinación la ecuación de regresión (gráfica 2) nos explica el 75% de la variación de los datos ( $r^2 = 0.7562$ ) y el coeficiente de regresión ( $b_1 = 0.47767$ ) tiene un efecto significativo (diferente de cero) sobre la DIMS.

Así tenemos que cuando se aumenta el tiempo de fermentación en una hora el incremento de la DIMS será de 0.47767 unida-

des. Hubo una correlación entre el tiempo y la DIMS alta y positiva ( $r=0.8695$ ).

Cuadro 3. Análisis de Varianza de Regresión para DIMS en función del tiempo de fermentación para la especie Capomo.

| F.C.      | G.L. | S.C.   | C.M.   | F.C.   | f.t. |       |
|-----------|------|--------|--------|--------|------|-------|
|           |      |        |        |        | 0.05 | 0.01  |
| Regresión | 1    | 708.46 | 708.46 | 31.032 | 4.96 | 10 ** |
| Residual  | 10   | 228.38 | 22.83  |        |      |       |
| Total     | 11   | 936.85 |        |        |      |       |

\*\* Altamente significativo.

#### 4.4.2 RELACION ENTRE LA DIMS Y TIEMPOS DE FERMENTACION DE LA ESPECIE PAROTA.

En el análisis de varianza de regresión para la especie Parota cuadro 4, se observa que el factor de variación Regresión es altamente significativo ( $P<0.01$ ) por tal motivo la ecuación de regresión para esta especie nos da la explicación del fenómeno en un gran porcentaje. Los valores no lineales están agrupados en el factor de variación Residual.

El análisis de determinación (gráfica No. 3) nos muestra que la ecuación de regresión para esta especie nos da la explicación

ción en un 91% de la variación de los datos ( $r^2=0.9123$ ) y el coeficiente de regresión ( $b_1=1.257$ ) tiene un efecto significativo - (diferente de cero) sobre el valor de la DIMS.

De esta manera cuando se aumenta el tiempo de fermentación en una hora el incremento de la DIMS será de 1.257 unidades.

La correlación entre el tiempo de fermentación y la DIMS fue positiva y alta ( $r=0.9551$ ).

Cuadro 4. Análisis de varianza de Regresión para DIMS en función del tiempo de fermentación para la especie Parota.

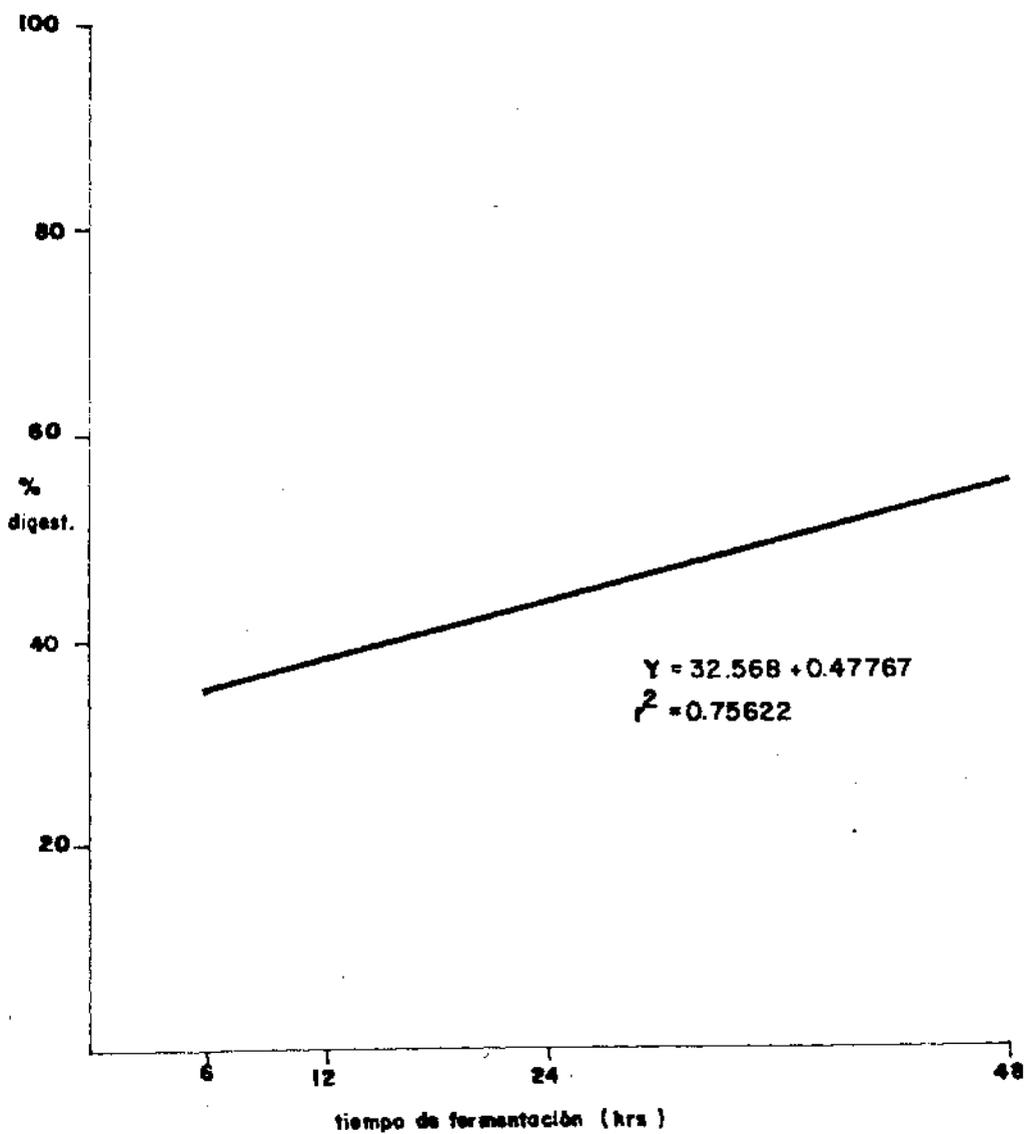
| F.C.      | G.L. | S.C.    | C.M.    | F.C.   | f.t. |      |    |
|-----------|------|---------|---------|--------|------|------|----|
|           |      |         |         |        | 0.05 | 0.01 |    |
| Regresión | 1    | 4911.05 | 4911.05 | 104.02 | 4.96 | 10   | ** |
| Residual  | 10   | 472.11  | 47.21   |        |      |      |    |
| Total     | 11   | 5383.16 |         |        |      |      |    |

\*\* Altamente significativa.

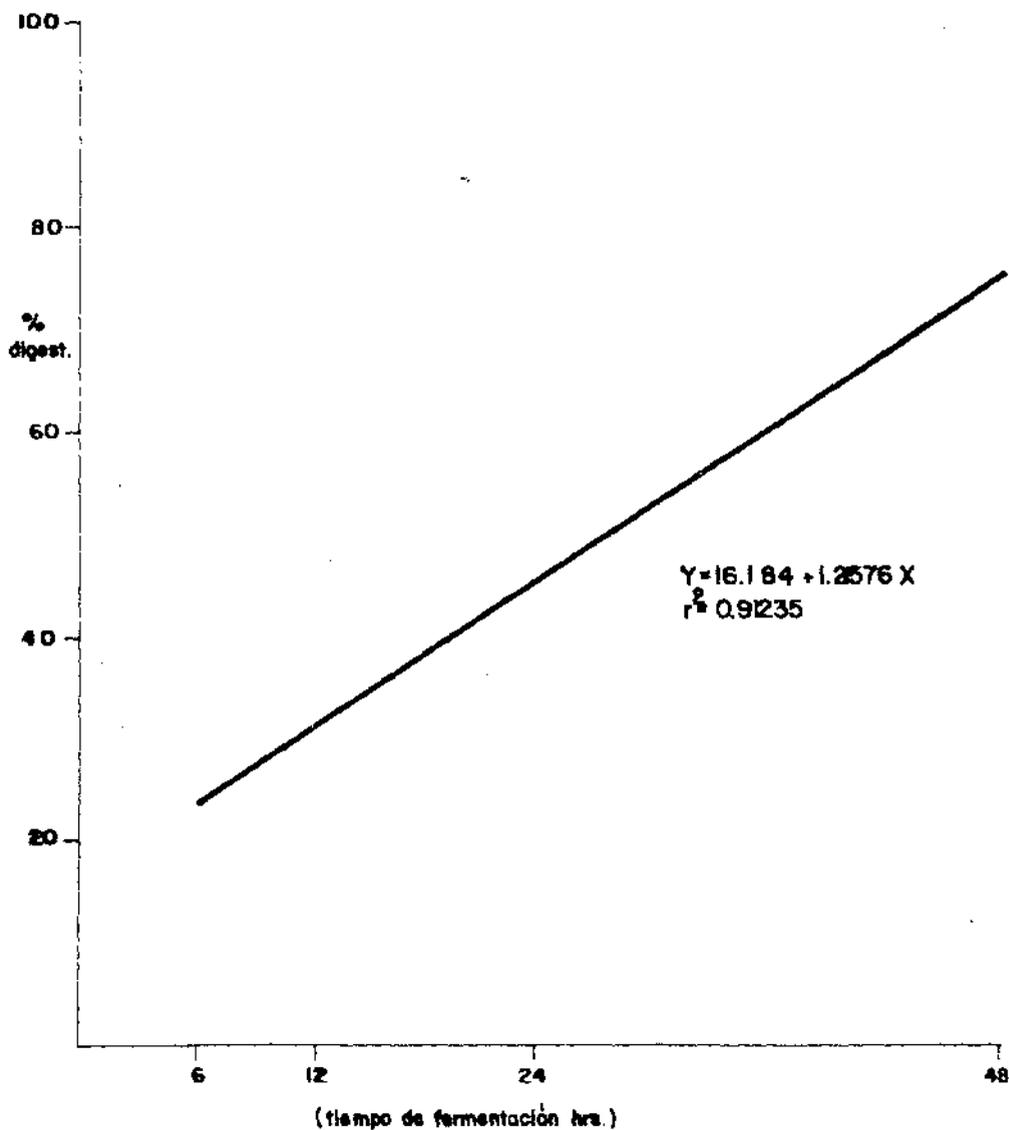
#### 4.4.3 RELACION ENTRE LA DIMS Y TIEMPOS DE FERMENTACION DE LA ESPECIE HIGUERA.

En el cuadro 5 se puede observar al igual que en las dos especies anteriores su regresión es altamente significativa - -

**Grafica 2** relación entre la DIMS y tiempos de fermentación para el capomo



**Grafica 3** relación entre la DIMS y tiempos de fermentación para la parota.



(P 0.01) por lo tanto la ecuación de regresión para esta especie explica la mayor parte del fenómeno.

Cuadro 5. Análisis de Varianza de Regresión para DIMS en función del tiempo de fermentación para la especie Higue  
ra.

| F.C.      | G.L. | S.C.    | C.M.    | F.C.   | f.t. |       |
|-----------|------|---------|---------|--------|------|-------|
|           |      |         |         |        | 0.05 | 0.01  |
| Regresión | 1    | 4956.95 | 4956.95 | 550.77 | 4.96 | 10 ** |
| Residual  | 10   | 90.05   | 9       |        |      |       |
| Total     | 11   | 50.47   |         |        |      |       |

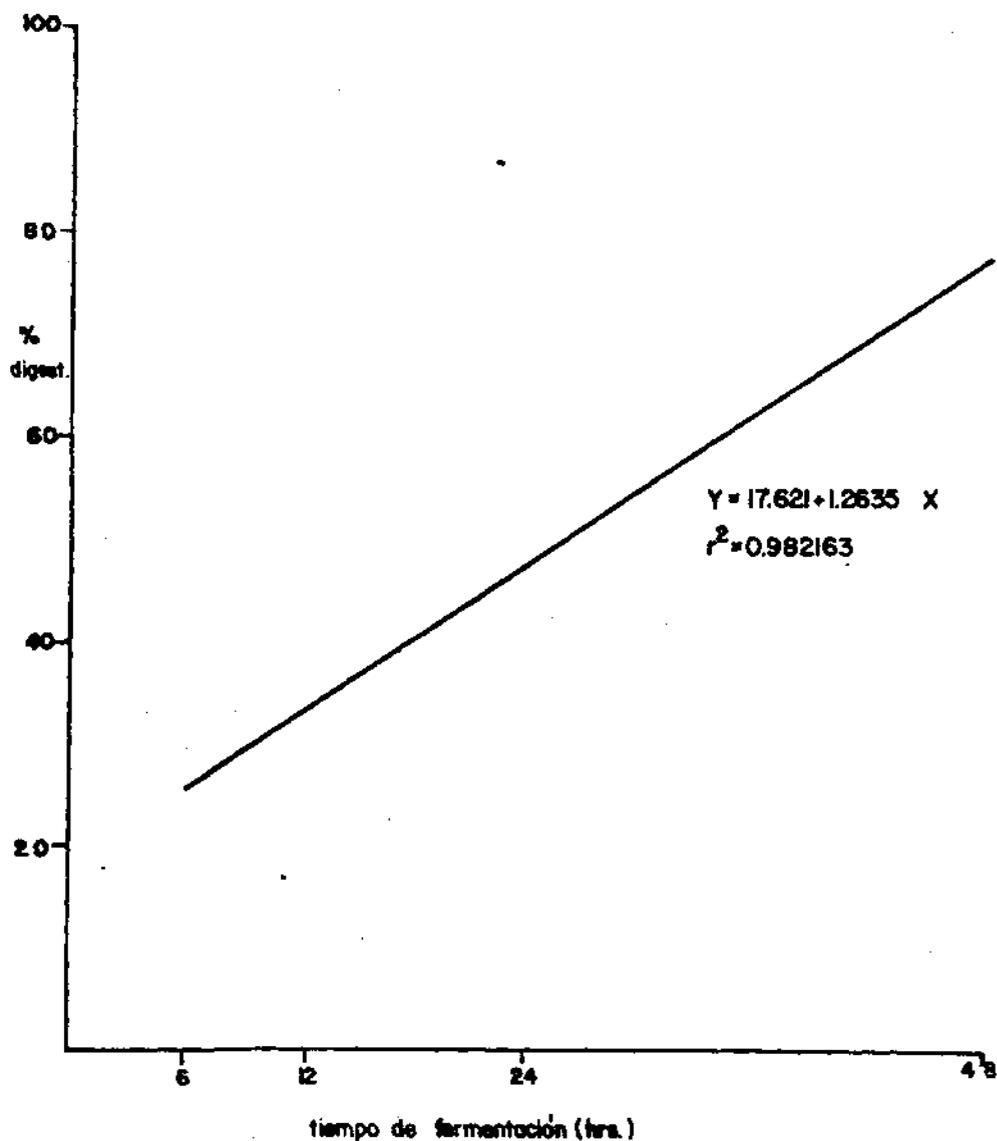
\*\* Altamente significativo.

De acuerdo al análisis de determinación la ecuación de regresión (gráfica 4) nos explica el 98% de la variación de los datos ( $r^2=0.9821$ ) y el coeficiente de regresión ( $b_1=1.263$ ) tiene un efecto significativo (diferente de cero) sobre el porcentaje de la DIMS.

Así tenemos que cuando se aumenta el tiempo de fermentación en una hora el incremento de la DIMS será de 1.263 unidades.

Hubo una correlación entre el tiempo de fermentación y la DIMS alta y positiva ( $r=0.9910$ ).

**Grafica 4** relación entre la DIMS y tiempos de fermentación para la Nigera



## V. DISCUSION

Se puede observar en el cuadro 1 y gráfica 1 los valores de los ingredientes en los diferentes tiempos de fermentación. Se observa en las tres especies que a medida como se incrementaba el tiempo de fermentación la respuesta de la digestibilidad fue lineal y ascendente, más claro puede verse con la prueba de Duncan (Cuadro 6). Aunque el Capomo se estabilizó en 24 horas de fermentación, tuvo esa respuesta.

Resultados similares fueron reportados por Soto (1983). El comportamiento del capomo puede deberse, a su contenido de proteína, como lo menciona MacDonald (1975), diciendo que la digestibilidad de un suplemento está íntimamente ligada con el contenido de proteína; lo podemos ver con la parota que obtuvo la mejor digestibilidad, teniendo mayor porcentaje de proteína. El efecto de la interacción especie/tiempo sobre los valores de digestibilidad puede deberse a la diferencia de proteína en la de uno de los suplementos.

Las ecuaciones de regresión mostradas en los cuadros 3, 4 y 5 y gráficas 2, 3 y 4 explican la mayor parte del experimento. Vemos que el capomo que obtuvo los valores más bajos de digestibilidad tuvo un coeficiente de regresión igual a 0.4776 con esto nos dice que por cada hora tuvo un incremento de 0.47 unidades el más bajo de las 3 especies y una correlación entre el tiempo y

la digestibilidad de 86% la más baja de las 3 especies. En tanto que la parota y la higuera obtuvieron resultados similares y superiores que el capomo. En la prueba de Duncan (Cuadro 6) podemos observar que las mayores digestibilidades se obtuvieron en tiempo de fermentación de 48 horas.

## VI. CONCLUSIONES

Del presente experimento se pueden concluir los siguientes aspectos.

- 1.- En base al cuadro 6 de la Prueba de DUNCAN podemos concluir que los valores de la DIMS en 6 horas de fermentación no tuvo diferencia significativa ( $P 0.05$ ) para las tres especies es decir, la DIMS a 6 horas es la misma para el capomo, parota e higuera. Para 12 horas de fermentación el capomo y la higuera tuvieron estadísticamente la misma DIMS, de igual forma la higuera y la parota, pero no así el capomo y la parota que estadísticamente fueron diferentes ( $P 0.05$ ) - siendo mayor la DIMS para el capomo. En 24 horas de fermentación podemos concluir que la más baja DIMS fue para la parota, estadísticamente el capomo y la higuera tuvieron las mismas DIMS ( $P 0.05$ ). En el último tiempo de fermentación estudiado (48 horas) las mayores DIMS fueron para la higuera y parota que estadísticamente fueron iguales ( $P 0.05$ ) en este tiempo la menor DIMS fue para el capomo.
- 2.- El capomo se comportó de una forma ascendente a medida como se incrementaba el tiempo de fermentación en 6, 12, 24 horas estadísticamente sus valores fueron diferentes ( $P 0.05$ ) entre 24 y 48 horas no hubo diferencia significativa. Viendo la tendencia del capomo se puede estimar que si se aumen

ta la exploración del tiempo puede bajar la DIMS.

La higuera de igual manera fue positivo y ascendente a medida que se incrementaba el tiempo de fermentación. En esta especie y en todos los tiempos si hubo diferencias significativas (P 0.05). El mayor incremento se presentó de 24 a 48 horas tal incremento fue de 31.75 unidades de DIMS.

El comportamiento de la parota fue diferente, no hubo diferencia significativa (P 0.05) entre 6 y 12 horas, ni entre 12 y 24 horas pero si hubo diferencia entre los valores de 6 y 24 horas. La diferencia entre 24 y 48 horas igual a 40.49 unidades de DIMS fue la mayor que se registró.

De todo ésto podemos concluir la importancia que tuvo el tiempo, fue determinante, ya que a medida como se incrementaba el tiempo aumentaba la DIMS. Las mayores DIMS se obtuvieron a las 48 horas de fermentación. La especie que tuvo mejor DIMS fue la parota tomando en cuenta que de 24 a 48 horas tuvo un incremento de 40.49 unidades que corresponde al 50.88% del total de la DIMS. Le siguió la higuera que también de 24 a 48 horas tuvo su mayor incremento siendo de 31.75 unidades correspondiente al 40.38% del total de la DIMS. Por último estuvo el capomo teniendo mejores DIMS en 12 y 24 horas que la parota, e iguales valores que la higuera en los mismos tiempos.

CUADRO 6 Valores medios de DIMS de las diferentes especies en diferentes tiempos de fermentación.

| Especie | % DIMS      |              |             |            |
|---------|-------------|--------------|-------------|------------|
|         | Tiempo (HR) |              |             |            |
|         | 6           | 12           | 24          | 48         |
| Capomo  | 30.35<br>ac | 40.73<br>efg | 49.27<br>h  | 52.9<br>h  |
| Higuera | 25.21<br>a  | 33.5<br>bcde | 46.87<br>gh | 78.62<br>i |
| Parota  | 27.28<br>ab | 32.01<br>ad  | 39.08<br>df | 79.57<br>i |

(P 0.05) Letras iguales valores iguales.

CUADRO 7. Análisis Bromatológico para las tres especies.

| Muestra     | Capomo % | Parota % | Higuera % |
|-------------|----------|----------|-----------|
| Humedad     | 6.36     | 5.23     | 4.33      |
| Cenizas     | 15.01    | 5.15     | 17.27     |
| Grasas      | 2.40     | 2.12     | 2.96      |
| Proteínas   | 15.83    | 25.11    | 15.31     |
| Fibra Cruda | 19.75    | 21.58    | 25.94     |
| E.L.N.      | 40.65    | 40.80    | 34.19     |

## VII. RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el laboratorio de -- Bio-Ingeniería del Instituto de Madera Celulosa y Papel de la - Universidad de Guadalajara; ubicado en el Predio las Agujas Mu- nicipio de Zapopan, Jalisco.

Los tratamientos en estudio fueron:

- 1.- Hojas de Capomo.
- 2.- Hojas de Parota.
- 3.- Hojas de Higuera.

Para el análisis estadístico se utilizó un arreglo facto- rial 4x3 bajo un diseño completamente al azar con 3 repeticio- nes por tratamiento.

La especie que obtuvo menor DIMS fue la Parota siguiendo- le la Higuera y por último el Capomo. La parota e higuera obtu- vieron su mayor DIMS entre 24 y 48 horas de fermentación, la pri- mera obtuvo en este rango un incremento de 40.99 unidades de - - DIMS que correspondió al 50.88% del total de su DIMS. Por su -- parte la higuera obtuvo un incremento de 31.75 unidades de DIMS- correspondiente al 40.38% del total de su DIMS.

Por último, el Capomo que su mayor DIMS la obtuvo a 48 ho

ras de fermentación que estadísticamente no tuvo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con el valor que alcanzó a 24 horas, sin embargo obtuvo mayor DIMS que la Parota en 12 y 24 horas de fermentación.

Se observó que a medida como se incrementaba el tiempo de fermentación las DIMS eran mayores. Respecto al Capomo se puede estimar que después de 48 horas de fermentación los incrementos de digestibilidad serán mínimos o simplemente no habrá.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Arroyo, J.A., S. Tessama, R.E.Mclowell, P.J. Van Soest, A. Ramírez y P.F. Randel 1975. Chemical composition and in vitro digestibility of five heavily fertilized tropical -- grasses in Pto. Rico J. of Agriculture, of University of Pto. Rico 59;186.
- Alderete, R. y Losada, H. 1976. Respuesta a la suplementación de proteína verdadera y carga animal sobre el comportamiento de novillos en pasto alemán con pastoreo restringido. Agricultura Tropical. pp. 163.
- Baker, A. J. 1973. Effect of lignin on the in vitro digestibility of wood pulp. J. Anim.Sci. 35;20.
- Baldwin, K.A., J. Bitman, M.J. Thompson y W.E. Robbins. 1981 Effects of primary secondary and tertiary amines on in vitro cellulose and volatile fatty acid production by ruminal microorganisms. J. Anim.Sci.53;226.
- Brown, D.C. y J. C. Radcliffe. 1979. A new method of preparing -- group silage for the determination of chemical composition and in vitro digestibility. Journal Science Food -- Agriculture. 25;750.
- Cordero, J.J. 1981. Digestibility in vitro de la materia seca del bagazo de Agave tequilana en diferentes proporciones con el ensilado de maíz. Tesis Ing. Agron. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara, México.

- Grant, R.J., P.J. Van Soest y R.E. McDowell. 1974. Influence of rumen fluid source and fermentation time on in vitro true -- dry matter digestibility. J. of Dairy Sci. 57;1201.
- Heaney, D.P. y F. Bendor. 1970. The feeding value of steamed es- pern for sheep. Forest. Production. 2;255.
- Horton, G.M.J., D.A. Christensen. y G.M. Steacy 1980. In vitro Fer- mentation of forages with Inoculum from Cattle and Sheep - fed Different Diets. Agronomy Journal. 72;601.
- Ishizaki, S.M., C.M. Campbell, W.Y. Toma, E.B. Hara y E.N. Okazaki. In- fluence of collection method on nutrient content mineral - composition and in vitro digestibility of Kikuyugrass pas- ture. Journal of Animal Science. 52;4;867.
- Little, M.T.F.J. Hills. 1976. Métodos estadísticos para la investi- gación en la agricultura. Trillas, p.p.145;163.
- Livia, A. 1982. Effects of fermentation on curd size and digestibi- lity of milk proteins in vitro of swedish fermented milk - products. Journal of Dairy Sci. 65;509.
- Markes, B.H.A., K.M. Autrey, y I.M.E.V. V. Fiesenhansen. 1982. Compa- rative in vitro digestibility of forages by Buffalo, Zebu, y Holstein cattle. J. Dairy Sci. 65;746.
- Masuda, Y. 1977. Comparasons of the in vitro dry matter digestibi- lity of forages cats grown under different temperatures -- and light in tensities. J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 21;17.
- Mendel, F., J.C. Zahnley, y P.M. Masters. 1981. Relationship between in vitro digestibility of casein and its content of lysino- alanine and D-amine and D-amino acids. J. of Food Science. 45; - 127.

- Mordaunt, N., Mcleod, y J.D. Minson. 1974. Predicting dry matter di-  
gestibility from acid detergent fibre levels in grasses --  
affected a pretreatment with neutral detergent. J.Sci.Fd. --  
Agric.25;913.
- Nelson, B.D., C.R. Montgomery, P.E. Schilling, y L. Mason. 1975 - -  
Effects of fermentation time on in vitro/ in vitro rela- -  
tionships. J. of Dairy Science. 59;270.
- Pennington, E. SARUISHAN. 1968. Arboles tropicales de México. Edi-  
torial Benjamín Franklin, S.A. de C.V. 1a. edición.p.p. --  
122, 123, 170, 171.
- Riddel, D.O., E.E. Bartley, y A.D. Dayton. 1981. Effect of nicotinic-  
acid on microbial protein synthesis in vitro and on dairy-  
cattle growth and milk production. J. of Dairy Science, 64;  
782.
- Robles, A.Y., F.A. Marts., R.L. Belyea, y W.P. Warren. 1981. Prepa-  
ration and digestibility of alfalfa leaves and stems mar-  
ked with gold orchromium. J. Anim. Sci. 52;1417.
- Rouquette, F.M., Jr., E.C. Holt, y W.C. Ellis. 1974. Nutritive Cha-  
racteristics of Kleingrass at various stages of Maturity.  
II. In vivo and in vitro evaluations os selected varie- -  
ties. Agronomy Journal. 66;510.
- Sánchez, O.C. 1983. Estudio de la digestibilidad in vitro de 7 va-  
riedades de gramíneas. Tesis Ing. Agronomo, Escuela de - -  
Agricultura, Universidad de Guadalajara, México.
- Sayre, K.D., y J. Van Soest. 1971. Comparision of tupes of Fermen-  
tation vessels for an in vitro artificial rumen procedure.

J. Dairy Science.55;1496.

Shults,T.A.,A.T.Ralston, y E. Shults.1974 Effect of various addi-  
tive value of ryegrass straw silage. I laboratory silo and  
in vitro dry matter digestion observations.J.Anim.Sci. 39;  
920.

Soto,A.S.1983. Digestibility in vitro del Capomo, Mezquite y Pa-  
rota. Tesis. Ing. Agronomo. Escuela de Agricultura, Univer-  
sidad de Guadalajara, México.

Spencer,R.R., y R.E. Amos. 1977. In vitro digestibility of Chemi-  
cally treated coastal bermuda grass. J. Anim. Sci.45;126.

Uanapat,M.,D.O.Eruckson, y W.D.Slanger. 1978. Dry matter digesti-  
bility of rations by in vitro and in vivo metods. North --  
Dakota State University, Fargo.

Urnes, P.J.A.D.Smith y R.K. Watkinss. 1977 Comparation of in vi-  
tro and in vivo dry matter digestibility of mule deer fora-  
ge J. of Range Management, 30;119.

Warren,G. y P.R.Utley. 1974 Effects of diets of fistulated steer  
on in vitro and in vivo nylon bag digestibility of forage-  
corn mixtures. Agronomy Journal. 66;358.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA