

**BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA**

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

ESCUELA DE AGRICULTURA



"ESTUDIO DE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO". DE MATERIA SECA DE 7  
VARIETADES DE GRAMINEAS".

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO.  
ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

CRISANTO SANCHEZ CARDENAS

GUADALAJARA, JALISCO - MAYO 1983



# BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

## UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

### Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Las Agujas, ipio. de Zapopan, Jal. Febrero 18, 1983.

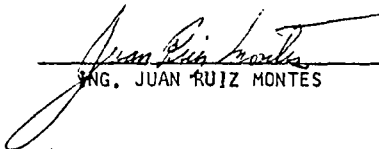
ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Habiendo sido revisada la Tests del  
PASANTE CRISANTO SANCHEZ CARDENAS  
Titulada: "ESTUDIO DE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE MATERIA SECA  
DE 7 VARIEDADES DE GRAMINEAS".

Damos nuestra aprobación para la --

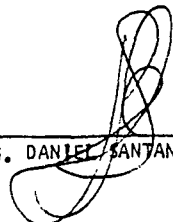
Impresión de la misma

DIRECTOR

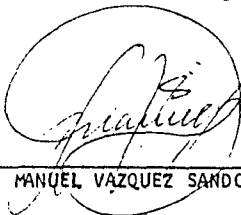
  
\_\_\_\_\_  
ING. JUAN RUIZ MONTES

ASESOR

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. DANIEL SANTANA COVARRUBIAS

eml.

  
\_\_\_\_\_  
ING. MANUEL VAZQUEZ SANDOVAL

A MIS PADRES,

Crisanto Sánchez Mora.

Rita Cárdenas Nava.

Que con su ayuda y amor han sido el pilar de mi  
formación profesional.

A MIS HERMANOS,

Que con su cariño y respeto hicieron de mi un -  
profesionista.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Y A LA ESCUELA DE AGRICULTURA

Que me brindaron la oportunidad de realizar una profesión.

AL INSTITUTO DE MADERA, CELULOSA Y PAPEL

Al Ing. M.C. Virgilio Zuñiga Partida.

Jefe del Laboratorio de Bio-ingeniería.

A Ma. Luz Hernández Ruiz por su valiosa colaboración.

AL DIRECTOR DE ESTA TESIS.

Ing. M.C. Juan Ruiz Montes.

A LOS ASESORES,

Ing. M.C. Daniel A. Santana Covarrubias.

Ing. Manuel Vázquez Sandoval.

A,

Ing. M.C. Leonel González Jáuregui.

Ing. Sergio Soto Aguilera.

Ing. M.C. Hugo Moreno Garcia.

Ing. Jose A. Velázquez Hernández.

Por su ayuda desinteresada y sus valiosas y atinadas - -  
orientaciones.

A,

Todas aquellas personas y amigos que de alguna manera colaboraron para la realización de este trabajo.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.	4
2.1. Descripción Botánica de los pastos forraje ros.	4
2.2. Métodos para determinar la digestibilidad de la Materia Seca <u>in vitro</u> .	11
2.3. Factores que limitan y afectan la digesti- bilidad de los forrajes toscos.	12
2.4. Digestibilidad <u>in vitro</u> de algunos forra- jes.	14
2.5. Tratamiento químico sobre la digestibili- dad <u>in vitro</u> .	17
III. MATERIALES Y METODOS.	19
3.1. Localización.	19
3.2. Material estudiado.	19
3.3. Desarrollo del trabajo.	19
3.4. Duración del experimento.	22

	Página
3.5. Diseño experimental.	22
3.6. Variables a medir.	23
IV. RESULTADOS.	24
V. DISCUSION.	43
VI. CONCLUSIONES.	45
VII. RESUMEN.	47
VIII. BIBLIOGRAFIA.	50

## INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Análisis Bromatológico de los diferentes pastos forrajeros.	24
2	DIMS de los diferentes pastos forrajeros en diferentes tiempos de fermentación.	25
3	Valores medios de la DIMS de los diferentes pastos forrajeros en diferentes tiempos de fermentación.	27
4	Análisis de varianza para los pastos forrajeros, tiempo de fermentación o interacción tiempo/especies.	28
5	Prueba de medias para especies.	29
6	Prueba de Duncan para los tiempos de fermentación.	30
7	Análisis de varianza de regresión para DIMS en función del tiempo de fermenta--	



## INDICE DE GRAFICAS

Gráfica	Descripción	Página
1	DIMS y tiempos de fermentación con los - diferentes variedades forrajeras.	26
2	Digestibilidad de la especie Wester Wold en función del tiempo (lineal).	32
3	Digestibilidad de la especie Wester Wold Barpectra en función del tiempo (lineal)	34
4	Digestibilidad de la especie Wester Wold Barvestra en función del tiempo (lineal)	35
5	Digestibilidad de la especie Orchard Ba- raula en función del tiempo (lineal).	37
6	Digestibilidad de la especie Rye Grass - perenne linn en función del tiempo (li- neal).	39
7	Digestibilidad de la especie Fawn Fescue en función del tiempo (lineal).	40

Gráfica	Descripción	Página
8	Digestibilidad de la especie Azul de Ken <u>tucky</u> común en función del tiempo (li- neal).	42.

## I. INTRODUCCION.

La agricultura basada en la producción de pastos, no solo existe el valor directo de los forrajes como alimento para el ganado, sino debe verse bajo un doble aspecto: desde el punto de vista funcional y bajo el estricto punto de vista económico. Se ha demostrado que los rendimientos netos mas elevados que se obtienen en las producciones ganaderas, es de saber elegir las materias primas de menor costo y máxima función, evitando desequilibrios, carencias, o incluso exceso de principios nutritivos, en relación a las necesidades reales del animal; evitándose así las raciones de mayor costo, por elegir los alimentos mas caros.

El creciente interés por utilizar fuentes de forrajes de alto valor nutritivo en la alimentación de rumiantes, se ha canalizado una serie de investigaciones, tendientes a buscar una mejor utilización de estos productos. Es así como algunos forrajes han sido evaluados como sustitutos de raciones en dietas para estos animales, aprovechando las ventajas que poseen, relacionadas con sus características digestivas.

Varios procesos han sido investigados, tanto in vitro como in vi-

vo, con el propósito de incrementar la utilización de las pajas, henos y hacerlos mas aceptables como fuente principal de energía para rumiantes. Estos procesos varían en cuanto a su complejidad (remojo, molido fino, picado, triturado, peletizado, alta presión y degradación química) así como en su efectividad. Independientemente del método utilizado, la finalidad del tratamiento es mejorar la digestibilidad y/o el consumo voluntario, y por consiguiente, aumentar la ingestión de energía digestible por el animal. A la fecha, existen varios métodos para tratar los forrajes toscos y que satisfacen dicho objetivo. Es lógico suponer que cualquier método de procesamiento que pueda aumentar la utilización de los forrajes de baja calidad, debe basarse en un aumento en el consumo voluntario de materia seca o un aumento en la digestibilidad de la materia seca consumida. En el caso del tratamiento físico (molienda y peletización) se logra un aumento en el consumo de materia seca y, aunque se disminuye la digestibilidad por aumentar la velocidad de paso por el tracto digestivo de energía digerible.

En el caso de los tratamientos químicos, lo que se busca es lograr una mayor accesibilidad de la celulosa a las enzimas celulolíticas de origen microbiano, para poder aprovechar la energía potencialmente digestible. Han y Callihan (1973) y Willis et al (1980) entre otros evaluaron el efecto del tratamiento físico, químico y enzimático sobre la digestibilidad in vitro de la paja de arroz y bagazo de caña de azúcar, encontrando que al tratar la paja con  $\text{NaOH}$  al 4% se incrementó la digestibilidad de 29.4 a 73% y que el tratamiento con  $\text{NH}_4\text{OH}$  no fue -

efectivo.

La importancia del método que se decida utilizar, radica junto a su efectividad para aumentar el valor nutritivo de los forrajes toscos, en la facilidad de aplicación y rentabilidad para ser aplicado a nivel-comercial.

1.1. El objetivo del presente estudio es conocer la digestibilidad in vitro de los siguientes pastos forrajeros:

Azul de Kentucky común

Fawn Fescue

Orchard Baraula

Rye Grass perenne linn

Wester Wold Barpectra

Wester Wold Barvestra

Wester Wold tetraploide americano

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Descripción Botánica.

Descripción botánica del pasto Fawn Fescue.

Reino:	Vegetal
División:	Embriophyta siphonogama
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Gumiplorae
Familia:	Gramineae
Subfamilia:	Festucoideae
Tribu:	Festuceae
Género	Festuca
Especie:	Festuca Arundinacea
Nombre común:	Fawn Fescue

La festuca alta o elevada es una gramínea perenne de raíz profunda y de vida larga, que forma macollos y tiene numerosas hojas de color verde oscuro, con un número variable de tallos productores de semilla. Alcanza una altura de 1 a 1.5 m. Las inflorescencias ramificadas en -

forma de panícula. Las raíces de las festucas son numerosas y fuertes, en poblaciones viejas forman un césped compacto. Tiene un ciclo de crecimiento largo y permanece verde durante todo el año si cuenta con suficiente humedad y nitrógeno.

La festuca alta se puede considerar mejor para pastorear que para la obtención de heno a causa de sus numerosas hojas basales. Es bien conocido el valor que tiene para la conservación de los suelos a causa de su sistema radicular penetrante y de su tolerancia para las condiciones adversas.

Proporciona una excelente protección para los cauces de agua y es ideal para formar una cubierta vegetal útil en los terrenos bajos y húmedos.

Habitat. Se adapta a regiones comprendidas entre 1 800 y 3 200 m a.n.m. Su zona óptima de crecimiento y producción es la comprendida entre 2 500 a 3 000 m. Es resistente a la roya y tolera bastante bien a la sequía, el pisoteo y aún la abundancia de humedad valiosa para lugares bajos de suelos húmedos y pesados.

Es tolerante a un mal drenaje, ha podido vegetal en un suelo alcalino, con pH de 9.5. En otros lugares, las plantas se han desarrollado bien en un suelo con pH de 4.7.

Crece satisfactoriamente en las laderas de las montañas y es una planta excelente para la conservación de los suelos.

Estudios realizados han mostrado que la festuca puede prosperar - cuando las temperaturas medias semanales son superiores a 4.4° C. No - entra en latencia completa, aún cuando la temperatura media semanal ba- je a 1.0° C.

Esta gramínea logra su mayor crecimiento bajo condiciones de cli- ma relativamente frías. Su mayor valor esta en que puede proporcionar- pasto en el invierno. En verano entra en latencia, muere o no puede - competir con las especies adaptadas a la estación calurosa.

Pasto Rye Grass y Pastos Wester Wold.

Reino:	Vegetal
División:	Embriophyta siphonogama
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Glumiplorae
Familia:	Gramineae
Tribu:	Hordeae
Género:	Lolium
Especie:	lolium perenne
Nombre común:	Wester Wold
	Rye grass
	Ballico perenne
	Zacate inglés



De origen inglés, no lleva aristas en las semillas, se puede aprovechar hasta por un período de 5 a 6 años; la planta produce tallos subterráneos que proporcionan el rápido establecimiento de este pasto, es resistente al pastoreo y por ello se ha aprovechado para sembrarlo cuando se establecen potreros, su corta vida lo hace inadecuado para revegetaciones en los potreros, por lo que debe reimplantarse.

Especie perenne que crece en manojos con numerosos macollos, generalmente más que el ballico anual; hojas basales numerosas y de 28 a 30 cm. de altura; espiguillas similares a las del ballico anual pero cortas y con pocas espiguillas y florecillas, forma un césped muy denso cuando se somete a pastoreo.

Generalmente se emplea en pastoreo mezclada con otras gramíneas y con leguminosas; en algunos casos puede emplearse para corte, heno y en silaje. Apta para espesar otras gramíneas de desarrollo lento.

Habitat. Es de climas templados, tiene gran importancia en los - altiplanos de México.

Requiere suelos de buena fertilidad, pero se adapta a una amplia variedad, de preferencia a suelos pesados y húmedos, siempre que haya - buen drenaje.

Se adapta muy bien a alturas comprendidas entre 0 y 2 500 m.s.n.m. No es resistente a la sequía. Debido a sus condiciones ambientales, su empleo queda reducido a zonas de variación térmica moderada y humedad -

constante.

Descripción Botánica del pasto Orchard Baraula.

Reino:	Vegetal
División:	Embriophyta siphonogama
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Glumiflorae
Familia:	Gramineae
Subfamilia:	Festucoideae
Tribu:	Festuceae
Género:	Dactyles
Especie:	Dactyles glomerata
Nombre común:	Orchard baraula

Originaria de Eurasia y Norte de Africa. Planta perenne, de crecimiento robusto, matas individuales en matorjos; los tallos florales alcanzan hasta 1.30 m; muchos tallos, hojas plegadas y vainas comprimidas inflorescencia conspicua; semejante a una panícula con numerosos racimos de espiguillas reducidas. Cuando se deja florecer para la producción de semilla, los tallos se tornan duros, fibrosos y poco apetecibles.

Tiene raíces profundas o que lo hacen resistente a la sequía; usualmente es un forraje que se puede encontrar en las montañas y luga-

res altos; crece mejor en otoño, invierno y primavera, incluso a principios de verano; en aquellas áreas que están caracterizadas por un clima húmedo y frío.

Se usa principalmente para pastoreo; en algunos casos puede emplearse para corte.

Habitat. Puede desarrollarse en alturas comprendidas entre los 1 500 y los 3 100 m.s.n.m.; pero en alturas inferiores a los 2 000 m., su producción es muy escasa; en el límite de los páramos crece bien, pero su desarrollo es muy lento. Produce bien en casi toda clase de suelos, pero los rendimientos son mucho mayores en fértiles, profundos o bien drenados.

Este pasto es bueno como conservador y mejorador de suelos por la materia orgánica que aportan sus raíces al suelo; no se adapta bien a los suelos alcalinos o erosionados. Bajo riego es necesario aplicar altas dosis de nitrógeno para asegurar una buena producción.

Se puede emplear como forraje de riego, tiene buena adaptación bajo condiciones semi-húmedas porque precisamente no resiste los excesos de humedad en el suelo, ni tampoco las tierras inundables.

En los lugares donde los obstáculos naturales no hace posible o económico el cultivo agrícola por ser bosques o haber mucha rocosidad, el orchard puede desarrollarse; es medianamente tolerante a la sombra.

Descripción Botánica del pasto Azul de Kentucky común.

Reino:	Vegetal
División:	Embriophyta siphonogam
Subsivisión:	Angiosperma
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Glumiplorae
Familia:	Gramineae
Tribu:	Agrostideae
Género:	Poa
Especie:	Poa pratensis
Nombre común:	Azul de Kentucky

Originario de Europa. Especie perenne provista de rizomas que produce un césped relativamente denso bajo condiciones favorables. Los tallos crecen erectos a partir de los rizomas subterráneos. Las hojas tienen de 10 a 50 cm de longitud, los tallos de 4 a 5 cm. Las hojas son rugosas y frecuentemente vellosas en la superficie superior. La inflorescencia es una panícula piramidal con bracteas intercaladas, extendidas en grupos de 3 a 5 espiguillas. Una de sus grandes ventajas es que sirve para formar jardines y praderas, también resiste a la sombra de los árboles y por eso se utiliza en formación de las praderas arboladas. Tiene mejor desarrollo cuando se siembra asociado.

Habitat. El pasto azul de kentucky se adapta preferentemente en climas húmedos y fríos; las temperaturas óptimas están entre 15°C y -

31°C.

En la región de adaptación de este pasto, el promedio de la precipitación anual varía de 500 a 1 500 mm. Se encuentra entre los 1 500 y 3 100 m.s.n.m.

## 2.2. Método para determinar la digestibilidad de la materia seca in vitro.

La técnica mas usada para medir la digestibilidad in vitro, se basa en el método establecido por Tilley y Terry (1963) en el que 0.5 g. de muestra es fermentada anaeróbicamente con líquido ruminal y saliva artificial por 48 hrs. a 39°C debido a que es un procedimiento sencillo y requiere de muy poco equipo, esta técnica ha recibido una gran aceptación entre los investigadores, y los resultados que se obtienen están altamente correlacionados con resultados obtenidos in vivo, tanto en forrajes como concentrados (Buzy y Paladines 1968; citados por Vasallo, 1979).

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

La fermentación in vitro de la materia seca, materia orgánica, energía o celulosa, durante 24 hrs., 48 hrs. u otros períodos de tiempo,

son particularmente útiles para estimar la energía de los forrajes. (Citados por Borquez 1980).

### 2.3. Factores que limitan y afectan la digestibilidad de los forrajes toscos.

El grado de lignificación ha sido señalado como el factor más importante que limita la digestión de los forrajes con alto contenido de lignocelulosa (Crampton y Maynard, 1938, Moore y Mott, 1973). Aparentemente, la asociación física y/o química entre la lignina y la celulosa constituyen una barrera que dificulta la degradación de las paredes celulares por la microflora y la microfauna, (Baker, 1973; Cogswell y Kamstra 1976) al respecto Stuart (1977) indicó que las causas del bajo valor nutritivo de los forrajes toscos son tres: a) El grado de lignificación, que aumenta con la madurez y causa una disminución de la digestibilidad de los carbohidratos estructurales; b) La baja digestibilidad del material ingerido, sumado a su alta resistencia, aumenta el volumen del contenido ruminal y reduce drásticamente el consumo voluntario; c) la fermentación ruminal de estos materiales produce una elevada proporción de ácido acético que se utiliza con una baja eficiencia en los procesos productivos.

Van Soest (1967), desarrolló un método de análisis que permite entender las relaciones entre la estructura de los forrajes y su calidad. Esto se debe a que los constituyentes de la pared celular (CPC), aque--

lla fracción que es insoluble en una solución detergente neutro y que incluye la celulosa, hemicelulosa y lignina, es la fracción de la célula vegetal más resistente a la fermentación y digestibilidad in vitro - esta íntimamente relacionada con la digestibilidad aparente de la materia seca.

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

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

El silice en las plantas ha sido considerado como un factor que, al igual que la lignina, limita la digestibilidad de los constituyentes orgánicos estructurales, ya que se deposita preferentemente en las paredes celulares. El silice de las plantas es completamente indigestible, ya que es posible recuperar en las heces la totalidad del silice ingerido (Jones y Handreck, 1965).

Los factores físicos que más afectan el desdoblamiento de la celulosa son el tamaño de partícula, el contenido de humedad del forraje, -

la densidad, la capacidad ruminal, la frecuencia de alimentación y la dureza del forraje. (Pigden y Bender, 1972).

#### 2.4. Digestibilidad in vitro de algunos forrajes.

La digestibilidad es uno de los factores mas importantes que determinan la calidad del forraje, pero las mediciones utilizadas para ovejas y bovinos son caras, requieren tiempo y consumen grandes cantidades de forraje. Las evaluaciones de forrajes tales como un examen bromatológico en el laboratorio, requiere un método que es simple, rápido y barato que puede ser usado para predecir digestibilidad con pequeños errores usando pequeñas cantidades de muestra. Barnes (1973) ha revisado varios métodos usados en la determinación de digestibilidad in vivo, e informó que la técnica de fermentación propuesto por Tilley y Terry (1963) fue encontrada superior. En este procedimiento, fermentación por microorganismos ruminales es seguida por digestión con pepsina-ácida y los residuos no digeridos son recuperados y pesados.

La actividad y composición de los microorganismos ruminales esta influida por la naturaleza de la dieta (Schwartz y Gilchrist, 1974), aunque hay informes contradictorios sobre los efectos de ciertas diferencias en la digestión in vitro. Un grupo de investigadores han mostrado que la precisión y exactitud de los métodos in vitro, puede ser afectada por la dieta del animal donador (Aspluna et al, 1958; Reid et al, 1964; Bezeau, 1965; Nelson et al, 1959; Horton y McElroy, 1976) -



mientras que otros concluyen que la digestibilidad in vitro no esta influida por la ración del donador (Quicke et al, 1959; Nik-Khah y Tribe, 1977).

Marquez et al (1981) determinaron la digestibilidad de materia orgánica y fibra cruda en heno de baja calidad, de hierba. (Melines Minu tiflora) y en silaje de hierba de elefante (Penisetum purpureum schum). En el tiempo de ensilaje, se añadió maíz al pasto de elefante al 10%, - base húmeda el método in vitro de Tilley y Terry fue usado para medir - la digestibilidad con líquido ruminal de animales experimentales como - inóculo cuando estaban recibiendo una ración de heno y una ración de en silado. Cuando los animales estaban consumiendo la ración de heno la - digestibilidad de fibra cruda por el búfalo (40%) fue mayor que la del cebú (31.7%) o el Holstein (29.1%). Cuando estaba ensilado, el cual era de calidad mas alta que el heno, el búfalo y el cebú, digirieron la fibra igualmente y fueron superiores a las digestibilidades del holstein (46.4, 46.4, y 40%). De manera similar, la digestibilidad de materia orgánica fue mayor por el búfalo cuando los animales consumieron la ración de heno; y cuando se les alimento con ensilado, las digestibilidades para el búfalo y cebú fueron similares y mayores que para el holstein.

Hardison et al (1954) concluyeron que la composición química y la digestibilidad de los forrajes recolectados no son índices confiables - de material consumido por los rumiantes. Cook et al (1951) observaron que la recolección a mano fue completamente ineficaz con las mezclas -

complejas de forrajes pero satisfactoria para muestras puras. La fístula esofagica, desarrollada por Torell (1954) parece ser el método de elección para obtener muestras representativas de forrajes (Van Dyne y Torell, 1964, Lesperance et al, 1974 citados por Ishizake, et al, - 1981).

Horton Christensen, Steacy (1980) realizaron fermentaciones in vitro de forrajes con inóculo de bovino y oveja alimentada con diferentes dietas.

El inóculo es la fuente mas sencilla, mas importante de variaciones en la fermentación del rumen in vitro usada para predecir la calidad del forraje. Este estudio lo realizaron para determinar los efectos de la dieta del animal donador y la especie animal donadora sobre la actividad del inóculo usada en la técnica de fermentación en dos etapas in vitro para estimar la digestibilidad del forraje.

El acceso voluntario de forrajes secos es correlativo con la digestibilidad (Blaxter, Wainman y Wilson, 1961) pero una relación similar de ensilados no ha sido definida claramente (Wilkins, Hutchinson, - Wilson y Harris, 1971). En los primeros experimentos la institución Taylor y Aston (1976) observaron que vacas que dan mas consumiendo y digiriendo menos materia seca (M.S.), que vacas que le dan ensilado de baja digestibilidad.

En otros trabajos usando forraje de trigo de diez diferentes épo-

cas de corte Belyea et al (1978) trabajaron sobre la DIMS. Para determinar la época óptima de corte y el nivel nutricional, encontrando que la mejor época de corte es el del amacollamiento precoz, en tanto que - el valor nutritivo fue bueno, pudiendo cambiarlo por el ensilado de maíz como forraje para las vacas lecheras.

#### 2.5. Tratamiento químico sobre la digestibilidad in vitro.

Las relaciones entre la calidad nutritiva del forraje y la composición química han sido examinadas por la degradación in vitro durante los años. Barnes (1973) repasa la aplicación de los procedimientos de la química, para la determinación de la digestibilidad y acceso por los rumiantes.

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

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

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

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

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Localización.

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Bio-ingeniería del Instituto de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara, ubicado en el predio Las Agujas Municipio de Zapopan, Jalisco a una latitud de 20° 14' Norte y 103° 20' longitud Oeste y 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.

Se estudió la digestibilidad in vitro de MS y diferentes tiempos de fermentación de 7 variedades de gramíneas perennes con cuatro cortes en la época de invierno, las cuales fueron fertilizadas con 200 kgs. de nitrógeno/ha./año, en cuatro aplicaciones.

#### 3.3. Desarrollo del trabajo.

Los pastos utilizados fueron tomados del rancho Ojo Zarco Municipio de Arandas, Jalisco. Donde se tenían establecidos los diferentes -

pastos en estudio que consistió en 7 tratamientos y cinco repeticiones-cada uno.

Cada una de las repeticiones se muestrearon en períodos de 40 - - días durante la época de invierno. Las muestras se tomaron al azar uti lizando un cuadro de madera de medio metro cuadrado, posteriormente el forraje que quedaba dentro del cuadro se cortaba a 5 cm. del suelo y se pesaba el forraje después de que se muestreaba cada lote se mezclaban-perfectamente y se tomaba una muestra representativa de cada uno de los tratamientos. Posteriormente las muestras fueron llevadas al laboratorio y secadas a una temperatura de 75° C. en estufa durante 72 hrs., se procedió a molerlas en molino Willey de cuchillas, con tamiz de 2 mm. - de diámetro y guardadas en bolsas de plástico selladas.

La digestibilidad in vitro de la materia seca (MS) se realizó de acuerdo con el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963) en su - primer etapa. Utilizado los tiempos de fermentación de 24, 48, 72 y 96 hrs.

Para la inoculación el líquido ruminal se extrajo de un torete de 250 kgs. de peso vivo, alimentado con concentrado y ensilado de maíz.

El líquido ruminal fue extraído a través de una fístula ruminal - con una manguera de plástico de 2 mts. de longitud y 3/4" de ancho y de positado en un termo de plástico al cual se le calentaron las paredes - con agua para mantener la temperatura similar a la existente en el ru--

men (39 a 41°C) trasladado el líquido dentro del termo hasta el laboratorio. Se filtró con mucelina y se conservó en baño maría a una temperatura de 39 a 41°C. similar a la que se encontraba en el rumen del animal, adicionándosele CO<sub>2</sub> para mantener sus condiciones anaeróbicas.

Posteriormente se preparó la solución de McDougalls ajustando el PH a 6.9 con adición permanente de CO<sub>2</sub>. Se tomaron muestras de 0.300 a 0.350 grs., se adicionó a cada tubo 17 cm<sup>3</sup> de líquido ruminal y CO<sub>2</sub> durante 30 segundos para mantener las condiciones anaeróbicas. Se puso a incubar en baño maría a 30°C. con agitación longitudinal respecto al tubo. Se usaron tres repeticiones por muestra, dos tubos que solo contenían líquido ruminal y saliva de McDougalls llamados blancos, 2 tubos 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 2 500 revoluciones por minuto durante 10 min. El residuo de esta primera centrifugada se lavó 2 veces con las mismas revoluciones y el mismo tiempo, después de cada centrifugada se tiraba el líquido sobrenadante. Los residuos fueron secados en la estufa a 100°C por 24 hrs.

Los 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:

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

### 3.4. Duración del experimento.

El experimento tuvo una duración de 37 días, con suspensión de 6 días, del 11 de Febrero al 19 de Marzo de 1983.

### 3.5. Diseño experimental.

Se utilizó un arreglo factorial de 7 X 4 con tres repeticiones por tratamiento.

Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó un diseño completamente al azar, utilizando el siguiente modelo.

$$Y_{ijk} = M + T_i + P_j + T P(ij) + E_{ijk}$$

Donde:

M = Efecto general a todas las observaciones.

$T_i$  = Efecto de la variedad  $i = 1, 2, \dots, 7$

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

$T P(ij)$  = Efecto de la interacción tiempo x variedad.

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

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



### 3.6. Variables a estudiar.

- 1) Variedades de gramíneas (7)
- 2) Tiempos de fermentación (4)

## IV. RESULTADOS.

Tabla 1. Composición química de los diferentes pastos forrajeros.

	1	2	3	4	5	6	7
Humedad	57.3	54.93	49.82	47.4	46.68	50.11	42.22
Cenizas	4.97	5.59	5.4	5.18	4.95	4.7	4.9
P. Cruda	6.74	6.32	7.38	6.57	7.08	6.58	6.58
F. Cruda	11.73	11.79	14.12	15.71	14.75	17.42	17.42
E. Etereo	0.8	0.93	1.00	0.5	0.85	0.55	0.55
E. L. N.	18.46	19.55	22.23	24.89	25.66	24.61	28.27
M. Seca	42.69	45.06	46.62	52.61	53.31	49.88	57.77

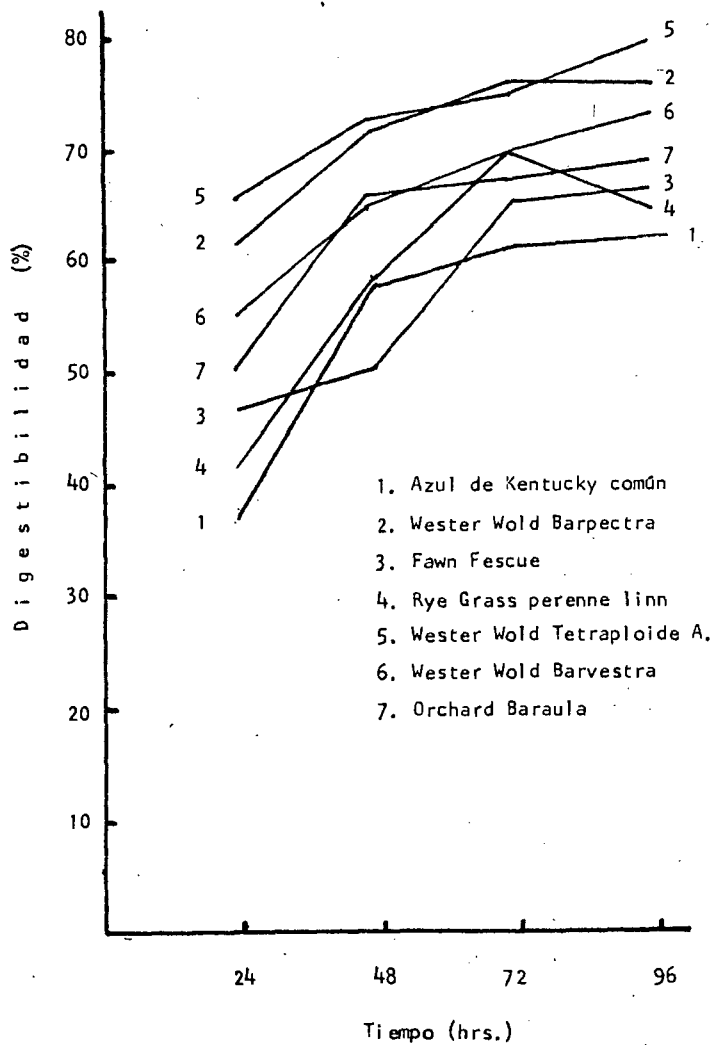
Valores expresados en porcentaje.

1. Wester Wold Tetraploide A.
2. Wester Wold Barpectra
3. Wester Wold Barvestra
4. Orchard Baraula
5. Rye Grass Perenne linn
6. Faen Fescue
7. Azul de Kentucky común

Tabla 2 y la Gráfica 1 muestran los valores de la digestibilidad in vitro de MS de las distintas especies forrajeras perennes en los diferentes tiempos de fermentación.

Especies	% de DIMS.			
	Tiempo (hr.)			
	24	48	72	96
Wester Wold Tetraploide A.	65.57	73.85	75.59	78.00
	67.63	72.84	74.24	78.14
	66.78	73.43	75.38	81.18
Wester Wold Barpectra	64.59	72.69	74.88	76.77
	61.48	73.10	77.73	75.97
	60.35	70.85	76.50	75.41
Wester Wold Barvestra	57.60	64.49	69.24	74.55
	55.76	63.85	68.44	74.00
	54.81	61.69	69.33	72.03
Orchard Baraula	50.54	64.56	65.85	69.92
	48.81	64.32	71.39	68.00
	50.74	64.10	64.79	68.83
Rye Grass Perenne linn	46.39	56.86	71.60	65.80
	35.76	60.54	67.83	65.11
	43.29	58.89	68.22	63.77
Fawn Fescue	46.70	55.33	63.82	66.39
	47.60	40.52	67.85	66.28
	44.80	57.10	65.65	66.06
Azul de Kentucky común	42.84	57.37	62.05	63.49
	36.26	59.64	61.48	61.14
	34.70	59.14	60.46	63.03

GRAFICA 1. DIMS y tiempos de fermentacion con las diferentes variedades forrajeras.



Los valores de la Tabla 2 se muestran las distintas tasas de digestibilidad sobresaliendo los valores de las gramíneas Wester Wold tetraploide americano, Wester Wold Barpectra, Wester Wold Barvestra, en los diferentes tiempos de fermentación de MS evaluándose el efecto de la digestibilidad para los demás pastos forrajeros en una variación continua de los forrajes Orchard Baraula, Rye Grass perenne linn, Fawn Fescue y teniendo el índice mas bajo de digestibilidad el forraje Azul de Kentucky común.

La Tabla siguiente muestra las medias de los valores de las digestibilidades de los diferentes pastos forrajeros observándose los porcentajes mas altos de digestibilidad en los pastos Wester Wold.

Tabla 3.

Especie	Tiempo (hrs)			
	24	48	72	96
Wester Wold Tetraploide A	66.66	73.36	75.07	79.10
Wester Wold Barpectra	62.14	72.21	76.37	76.05
Wester Wold Barvestra	56.05	63.34	69.00	73.52
Orchard Baraula	50.03	64.32	67.34	68.91
Rye Grass Perenne linn	41.81	58.76	69.21	64.89
Fawn Fescue	46.36	50.98	65.77	66.24
Azul de Kentucky común	37.93	58.71	61.33	62.55

Se realizó el análisis de varianza para las distintas especies, -- tiempos de fermentación y la interacción entre tiempo y especies.

Tabla 4 nos indica diferencias altamente significativas entre especies de acuerdo a los promedios, así mismo hay una diferencia - altamente significativa entre los diferentes tiempos y finalmente la interacción tiempo/especies muestra una diferencia altamente significativa a (P 0.01).

La significación estadística entre las especies forrajeras indica realmente que la variabilidad entre las mismas no se debe al azar sino a ciertas causas biológicas o ecológicas.

Tabla 4. Análisis de varianza para las especies, tiempo de fermentación o interacción tiempo/especies.

F. V.	G. L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.01
Especies	6	3 648.41	608.06	92.21	3.32**
Tiempo	3	4 602.00	1 534.00	232.62	4.34**
E x T	18	661.33	36.74	5.57	2.46**
Error	56	369.29	6.59		
Total	83	9 281.04			

\*\* Diferencias altamente significativas.

C.V. 4.0438

Con los datos del análisis de varianza se hicieron pruebas de significancia de la diferencia, o las comparaciones entre las medias de la muestra. Para ello se utilizó la prueba de Duncan, mostrándose en la Tabla siguiente.

Tabla 5. Prueba de medias para especies.

Especie	% Digestibilidad
Wester Wold Tetraploide A	73.55 a
Wester Wold Barpectra	71.69 a
Wester Wold Barvestra	65.48 b
Orchard Baraula	62.65 c
Rye Grass perenne linn	58.67 d
Fawn Fescue	57.34 d
Azul de Kentucky común	55.13 e

\* Letras diferentes indican diferencias significativas.

De acuerdo a la prueba de Duncan y con probabilidad de (P 0.05) - manifiesto la diferencia significativa de los pastos forrajeros Wester-Wold la comparación a las demás especies.

Tabla 6. Prueba de Duncan para los tiempos de fermentación.

Tiempos	% Digestibilidad
96 horas	70.18 a
72 horas	69.15 a
48 horas	63.10 b
24 horas	51.57 c

\*\* Letras diferentes indican diferencias significativas.

De acuerdo a la prueba de Duncan ( $P_0 = 0.5$ ) se observa que hay un incremento de digestibilidad entre los tiempos de 24 a 48 hrs. en comparación de los tiempos 72 a 96 hrs. en los cuales se manifiesta casi una igualdad en las digestibilidades.

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 4) se realizaron las regresiones y análisis de varianza de regresión para DIMS implicando dos variables:

La independiente (X) que fue tiempos de fermentación.

La dependiente (Y) que fue cada una de las especies forrajeras, - las cuales se muestran en las siguientes tablas y al realizar el diagrama de dispersión con cada uno de los valores de las especies se observa que éstos se ajustan a una regresión lineal, la cual se representa por medio de la ecuación de la recta. Presentándose en las gráficas - - -



Tabla 7. Análisis de varianza de regresión para DIMS en función del tiempo de fermentación y la especie Wester Wold Tetraploide americano.

F. V.	G. L.	S. C.	C.M	Fc	Ft 0.01
Regresión	1	230.50	230.50	55.67	10.0**
Residual	10	41.47	4.14		
Total	11	271.97			

\*\* Altamente significativo.

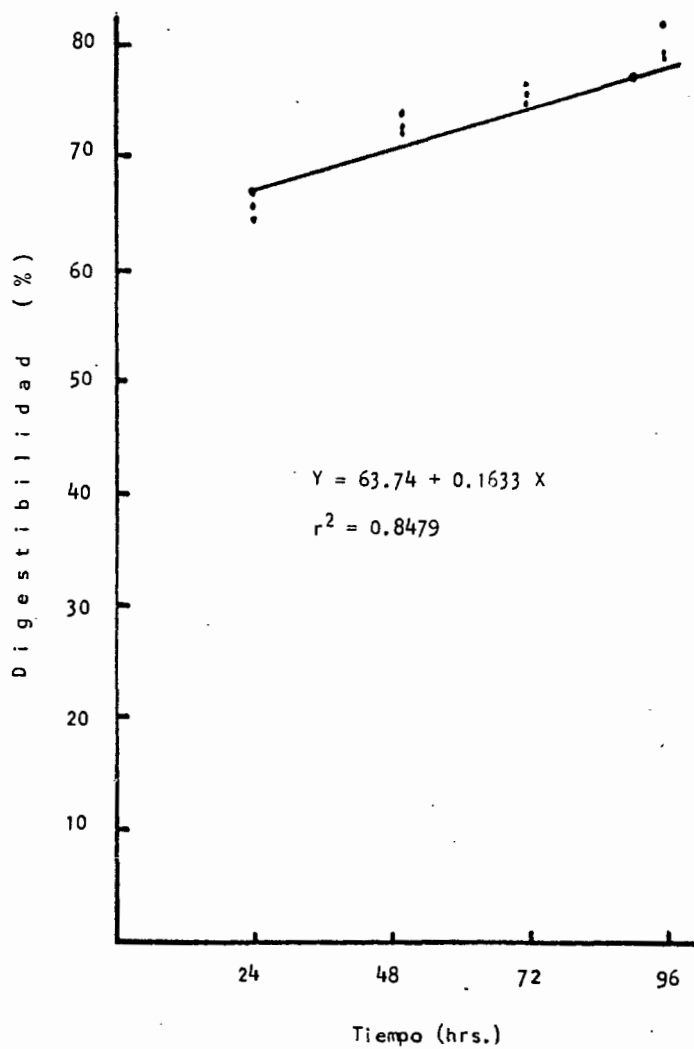
De acuerdo a estos resultados, se infiere que la relación existente entre las dos variables presentes, la cual es determinada por el valor del coeficiente de regresión, es altamente significativa deduciéndose que existe un 84.79% de probabilidad que se presente esta relación y solamente en 15.2% de que esta relación no se presente. Gráfica 2.

Tabla 8. Análisis de varianza de regresión para DIMS en función del tiempo de fermentación y la especie Wester Wold Barpectra.

F. V.	G. L.	S. C.	C.M.	Fc	Ft 0.01
Regresión	1	315.68	315.68	31.92	10.0**
Residual	10	98.98	9.89		
Total	11	414.66			

\*\* Altamente significativo.

GRAFICA 2. Digestibilidad de la especie Wester Wold Tetraploide A,  
en función del tiempo de fermentación.



Estos resultados, nos dicen la relación que hay entre el tiempo y la especie, la cual es determinada por el coeficiente de regresión, deduciendo que existe un 76% de probabilidad que se presente y solamente un 24% de que esta relación no se presente. Gráfica 3.

Tabla 9. Análisis de varianza de regresión para DIMS en función del - - tiempo de fermentación y la especie Wester Wold Barvestra.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Regresión	1	505.61	505.61	277.80	10.0**
Residual	10	18.28	1.82		
Total	11	523.89			

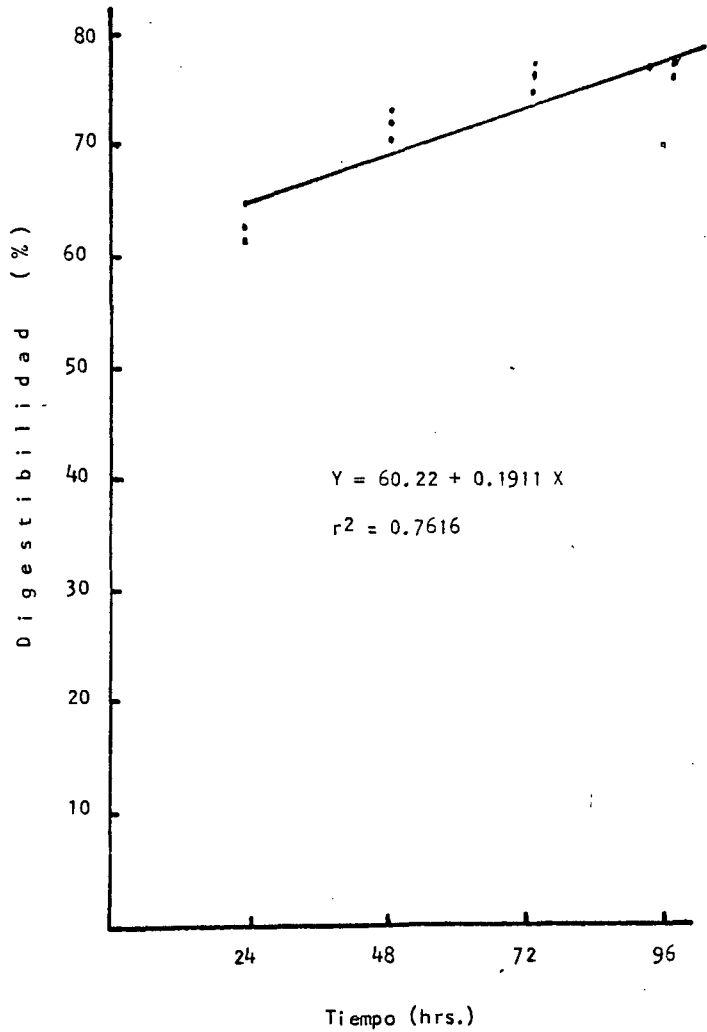
\*\* Altamente significativo.

Observando los resultados de las dos variables determinados por el coeficiente de regresión, se deduce que existe 96% de probabilidad que se presente esta relación y solamente un 4% de que no se presente.

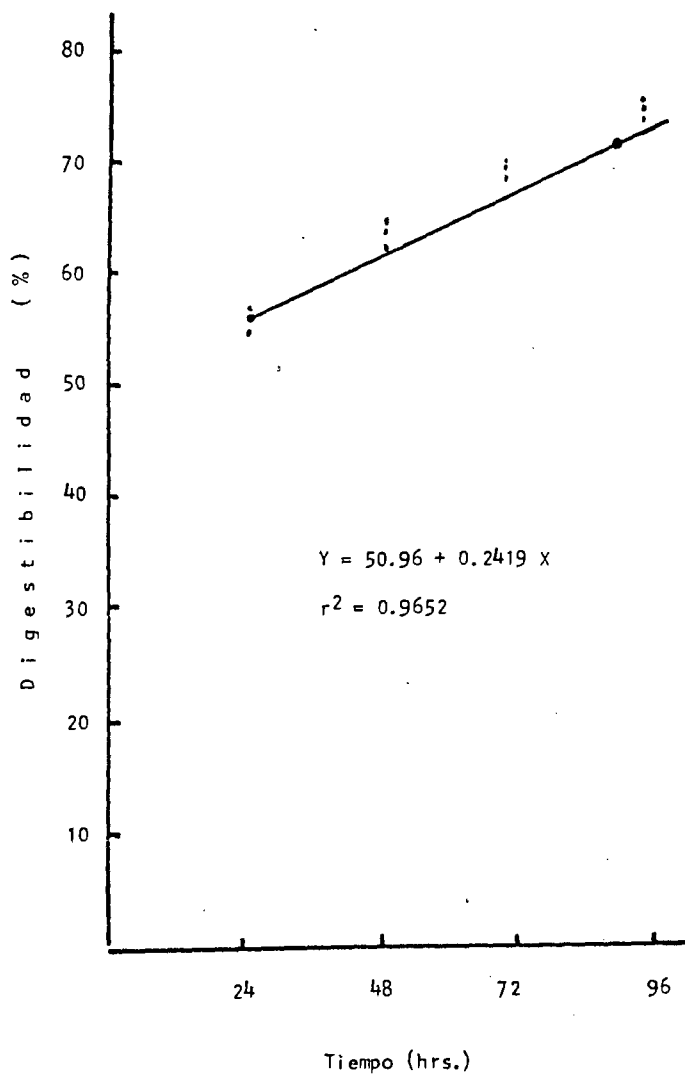
Diagrama de dispersión en la Gráfica 4.

Tabla 10. Análisis de varianza de regresión para DIMS en función del -- tiempo de fermentación y la especie Orchard Baraula.

GRAFICA 3. Digestibilidad de la especie Wester Wold Barpectra en función del tiempo de fermentación.



GRAFICA 4. Digestibilidad de la especie Wester Wold Barvestra en función del tiempo.



F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Regresión	1	534.08	534.08	32.30	10.0**
Residual	10	165.37	16.53		
Total	11	699.45			

\*\* Altamente significativo.

El coeficiente de regresión nos muestra que hay un 76% de probabilidad de que se presente esta relación y solamente el 24% de que no se presente.

Verificándose el diagrama de dispersión de las dos variables en Gráfica 5.

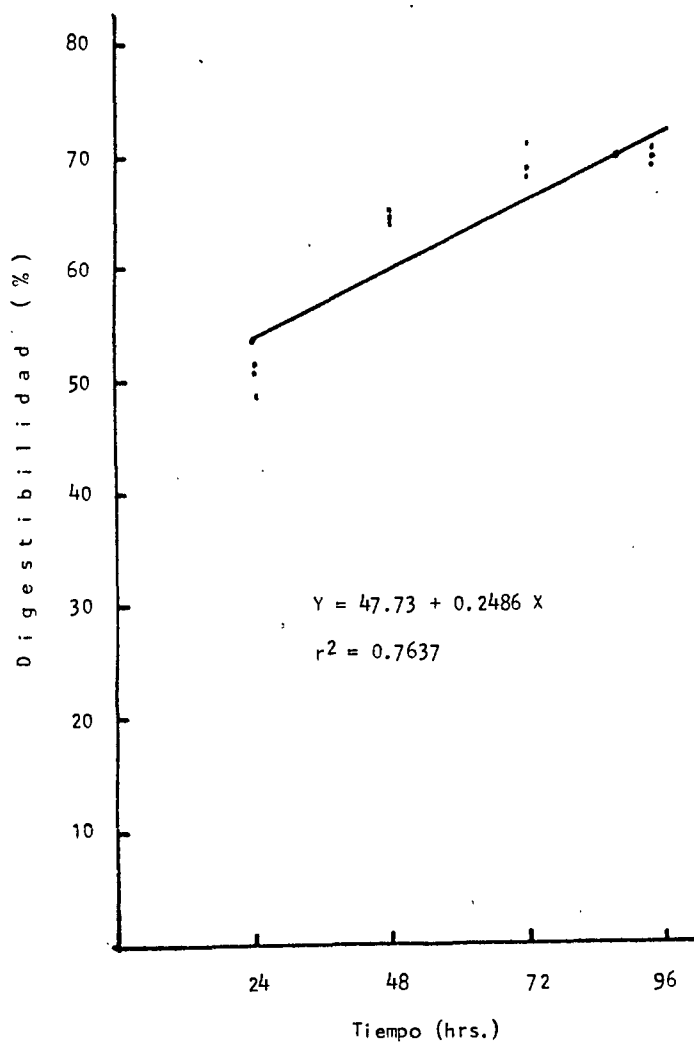
Tabla 11. Análisis de varianza de regresión para DIMS en función del tiempo de fermentación y la especie Rye Grass Perenne linn.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Regresión	1	952.49	952.49	22.30	10.0**
Residual	10	427.14	42.71		
Total	11	1 379.63			

\*\* Altamente significativo.

De acuerdo a estos resultados, se infiere que la relación existente entre las dos variables presentes, la cual es determinada por el va-

GRAFICA 5. Digestibilidad de la especie Orchard Baraula en función del tiempo.



lor del coeficiente de regresión, es altamente significativa deduciéndose que existe un 69% de probabilidad que se presenta esta relación y solamente en 31% de que esta relación no se presente. Gráfica 6.

Tabla 12. Análisis de varianza de regresión para DIMS en función del tiempo de fermentación y la especie Fawn Fescue.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Regresión	1	830.52	830.52	29.54	10.0**
Residual	10	281.18	28.11		
Total	11	1 111.70			

\*\* Altamente significativo.

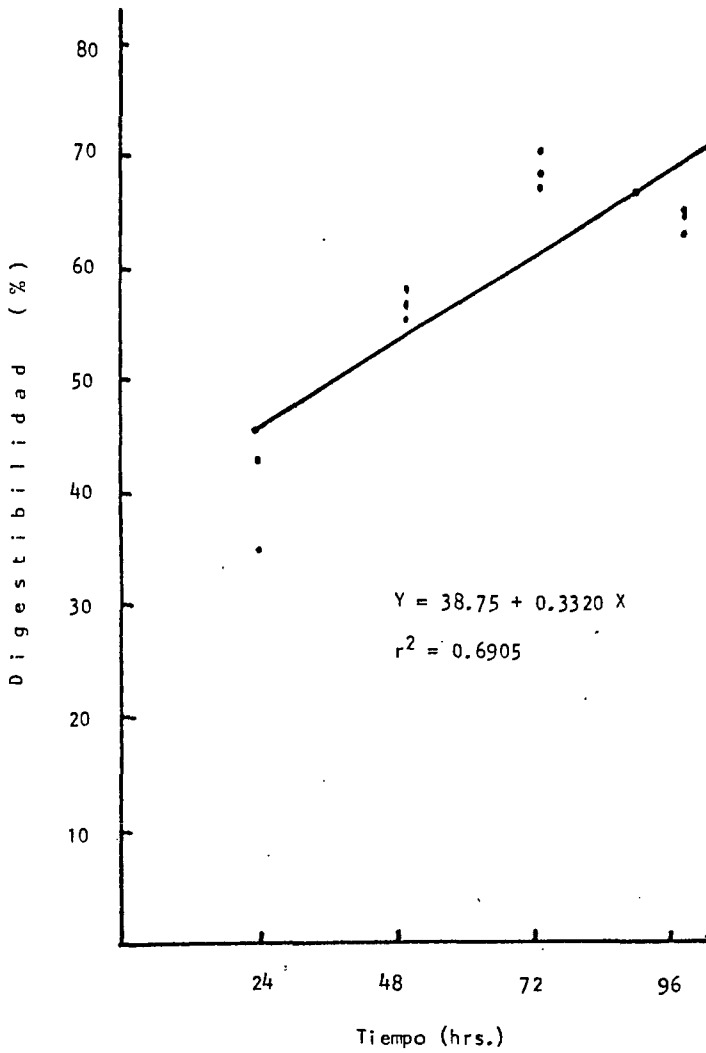
De acuerdo a los datos obtenidos, se observa la relación entre tiempo y la especie Fawn Fescue, determinada por el valor del coeficiente de regresión, concluyendo que hay un 74% de probabilidad que se presente esta relación y un 26% de que no se presente.

En la Gráfica 7 se observa el diagrama de dispersión.

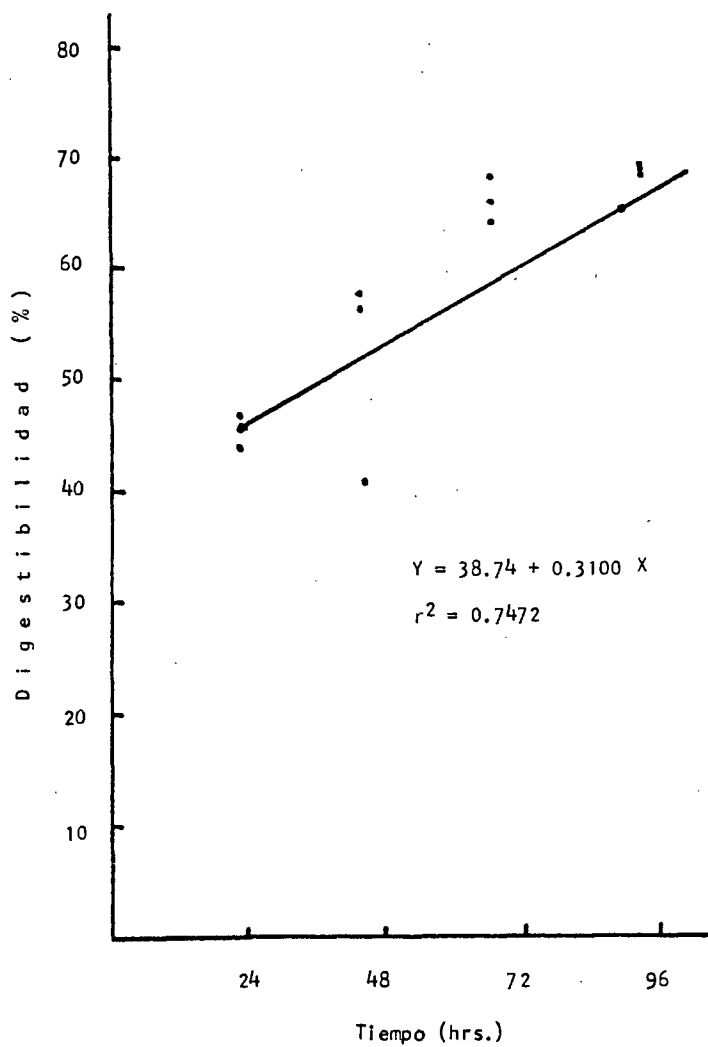
Tabla 13. Análisis de varianza de regresión para DIMS en función del tiempo de fermentación y la especie Azul de Kentucky común.



GRAFICA 6. Digestibilidad de la especie Rye Grass Perenne linn en función del tiempo de fermentación.



GRAFICA 7. Digestibilidad de la especie Fawn Fescue en función del tiempo de fermentación.



F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	Ft 0.01
Regresión	1	877.11	877.11	23.46	10.0*
Residual	10	373.81	37.38		
Total	11	1 250.92			

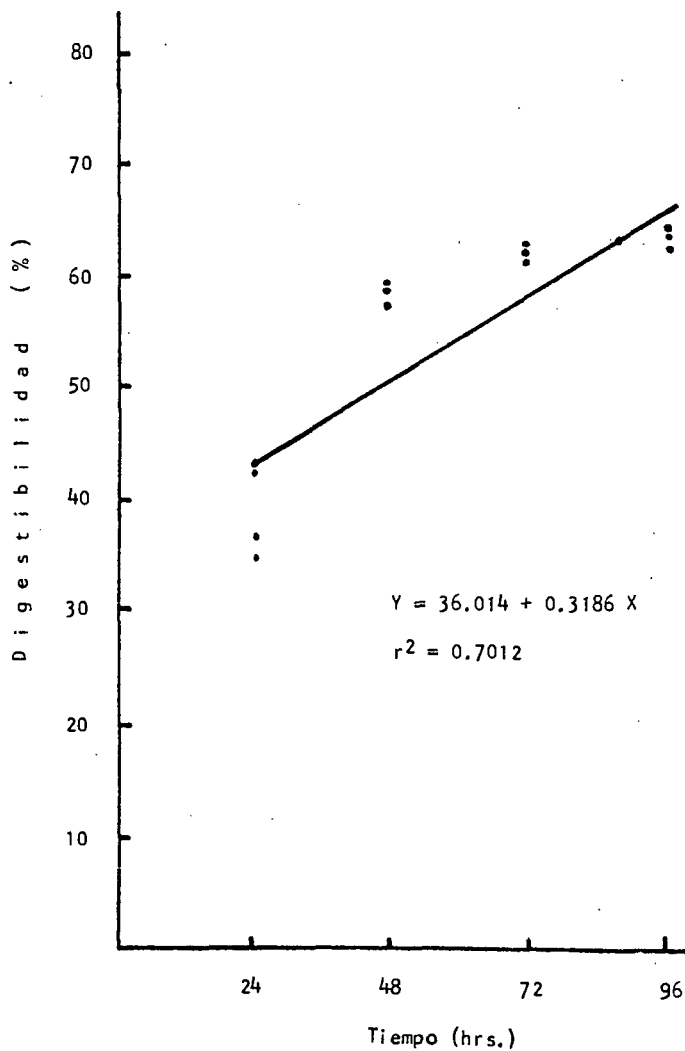
\*\* Altamente significativo.

Este resultado nos indica que entre las dos variables hay una alta significancia determinada por el coeficiente de regresión indicándonos que la probabilidad tiene un 70% de que se presente y solamente un 30% de que esta relación no se presente. Gráfica 8.

En las Tablas anteriores observamos que la regresión es altamente significativa (P 0.01) por lo tanto las ecuaciones de regresión explican la mayor parte del fenómeno. Siendo el factor de variación residual el que agrupa todos los efectos no lineales.

En base a estos resultados, se infiere que la DIMS aumenta cuando se incrementa el tiempo de fermentación independientemente de las diferentes especies.

GRAFICA 8. Digestibilidad de la especie Azul de Kentucky común en función del tiempo de fermentación.



## V. DISCUSION.

Se discuten aquellos factores que se consideran mas importantes - desde el punto de vista de utilización de los forrajes, poniendo especial énfasis sobre aquellos que limitan su valor nutritivo e inciden negativamente sobre el consumo por el animal.

La composición estructural de los forrajes debe ser analizada con siderando que puede variar en dos sentidos: 1) una variación en el con tenido total de los componentes estructurales, expresada como porcenta- je de la materia seca, y 2) una variación en el tipo de componentes es- tructurales presentes (Gaillard, 1962).

Por ésto, el valor nutritivo se describe en términos del consumo- de materia seca (MS), de la digestibilidad de ésta y de la eficiencia - de utilización de la MS digerida. De éstos, la digestibilidad es el - factor más importante, ya que ejerce una marcada influencia sobre los - otros componentes (Raymond, 1969).

Los resultados obtenidos se presentan en la (Tabla 3) mostrándose una mayor digestibilidad de la MS el pasto Wester Wold Tetraploide Ame- ricano seguido del pasto Wester Wold Barpectra, Wester Wold Barvestra,-

Orchard Baraula, Rye Grass perenne Linn, Fawn Fescue y finalmente el Azul de Kentucky común, todos los pastos presentaron una respuesta lineal a su mayor tiempo de fermentación a excepción del pasto Rye Grass, nuestros datos concuerdan con los reportados por Losada et al (1976). El contenido de proteína de los pastos estudiados posiblemente no tuvo ningún efecto en los valores de digestibilidad de la MS ya que éstos son uniformes (Tabla 1), sin embargo el contenido de fibra sí tuvo un efecto ya que todos los pastos mostraron una menor digestibilidad a medida que se incrementó el % de fibra (Tabla 1 y 3) nuestros resultados concuerdan con los de McDonald (1975) donde menciona que los pastos frescos o conservados son de composición de mucho menos constante y por consiguiente de digestibilidad mas variable, influyendo sobre manera la cantidad de fibra cruda en su digestibilidad tanto por su contenido como por su composición química.

## VI. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

1. Las tasas mas altas de digestibilidad se presentaron en los pastos Wester Wold, independientemente del tiempo de fermentación lo que demuestra la importancia de estos forrajes como valor alimenticio. Mientras que las digestibilidades mas bajas se presentaron en el pasto Fawn Fescue y Azul de Kentucky común, en los diferentes tiempos de fermentación.

2. Los datos observados ponen de manifiesto que conforme se incrementa el tiempo de fermentación se incrementa la digestibilidad. Estimándose las mas altas digestibilidades en los tiempos de 24 a 48 hrs. manifestándose este incremento en las siete variedades pero bajo valores diferentes y los tiempos de fermentación que tuvieron mas bajos índices de digestibilidad fueron los de 72 a 96 hrs. llegando a concluir que el tiempo de fermentación se manifestó en una forma positiva lineal y ascendente con posibilidades de que la DIMS se estabilice si se aumenta la exploración del tiempo. Las variedades observaron resultados con

trarios al tiempo pues sus digestibilidades se comportaron en una forma negativa lineal y descendente.



## VII. RESUMEN.

La digestibilidad, determinada normalmente mediante la administración del material cortado de las praderas como alimento para ganado, -- puede determinarse en la actualidad, por la técnica de la digestibilidad in vitro.

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 de Las Agujas Municipio de Zapopan, - Jalisco.

El material estudiado fueron las siguientes siete gramíneas perennes con cuatro cortes en época de invierno:

Azul de Kentucky común

Orchard Baraula

Rye Grass perenne linn

Wester Wold Barpectra

Wester Wold Barvestra

Wester Wold tetraploide americano

Todas las muestras fueron tomadas al azar y posteriormente se mezclararon, tomando muestras representativas, las cuales fueron secadas a una temperatura de 75° C. en estufa durante 72 hrs. fueron molidas en molino Willey, con tamiz de 2 mm.

La digestibilidad in vitro de la materia seca se realizó de acuerdo con el procedimiento descrito por Tilley y Terry (1963) en su primer etapa. Utilizando los tiempos de fermentación de 24, 48, 72 y 96 hrs.

El líquido ruminal fue extraído a través de una fístula ruminal de un torete de 250 kgs. de peso vivo, alimentado con concentrado y ensilado de maíz.

Las variables a medir fueron:

- 1) Variedades de gramíneas (7)
- 2) Tiempos de fermentación (4)

Los porcentajes de digestibilidades mas altos se observaron en -- grámíneas Wester Wold tetraploide americano, Wester Wold Barpectra, Wester Wold Barvestra y para los pastos Orchard Baraula, Rye Grass Perennellinn, Fawn Fescue presentaron digestibilidades intermedias, teniendo el índice más bajo de digestibilidad el pasto Azul de Kentucky común.

El presente estudio pone de manifiesto que conforme se incrementaba el tiempo de fermentación se incrementaba la digestibilidad. Estimándose las mas altas digestibilidades en los tiempos de 24 a 48 hrs., manifestándose este incremento en las siete variedades pero bajo valo--

res diferentes y los tiempos de fermentación que tuvieron mas bajos índices de digestibilidad fueron los de 27 a 96 hrs.

El tiempo de fermentación se presentó en una forma positiva lineal y ascendente con la posibilidad de que la DIMS se establezca si se aumenta la exploración del tiempo, lo cual no sucedería con las variedades.

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

- Asplud, J.M., Berg, R.T. McElroy, L.W. y Pigden, W.J. 1958. Dry matter loss and volatile fatty acid production in the artificial rumen as indices of forage quality. *Can. J. Anim. Sci.* 38:171-180.
- Baker, A.J. 1973. Effect of lignin on the in vitro digestibility of - - wood pulp. *J. Anim. Sci.* 35:768.
- Bales, G.L. Kellogg, D.W. y Urquhart, N.S. 1978. Effects of certain - - inorganic elements and urea on in vitro dry matter disappearance of milo stalks. *J. Anim. Sci.* 47:561-568.
- Barnes, R.F. 1973. Laboratory methods of evaluating feeding values of - herbage. P. 179-214. In G.W. Butler and R.W. Bailey (ed) Chemistry and biochemistry of herbage. Academic Press. London.
- Belyea, R.L., Marts, F.A., Ruehlow, R.R., Bennet, R.C. 1978. In vitro - dry matter digestibility, detergent fiber, protein and mineral-content of wheat forge as a dairy cattle feed, *J. Anim. Sci.* - 46:873.
- Berget, LL., Klopfenstein, T.J., Britton, R.A. 1980. Effect of sodium -

- hidroxide treatment on rate of passage and rate of ruminal fiber digestion. 50:745.
- Bezeau, L.M. 1965. Effect of source of inoculum on digestibility of substrate in in vitro digestion trials. J. Anim. Sci. 24:823-825.
- Blaxter, K.L. Winman, F.W., Wilson, R.S. 1961. The regulation of food intake by sheep. J. Anim. Prod. 3:51.
- Bórquez, E., J.L. 1980. Formulación de dietas completas para rumiantes en base a la tasa de fermentación in vitro de los ingredientes. Tesis M.C. Centro de Ganadería C.P. Chapingo, México.
- Cogswell, C. y Kamstra, L.D. 1976. The stage of maturity and its effect Upon the chemical composition of four native range species. J. Range Mange. 29:460-463.
- Crampton, E.W. y Maynard, L.A. 1938. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feed. J. Nutr. 15:383-395.
- De la Mora, R.J. 1978. Diseño, implantación y explotación en áreas de apacentamiento. Ed. 1. S.A.R.H. México, D.F. pp. 168-214.
- Donefer, E., Adelaye, I.O.A. y Jones, T.A.O.C. 1969. Effect of urea supplementation on the nutritive value of Na OH treated oat straw. In advances in chemistry series. No. 95 celluloses and their applications. pp. 328-342.

- Gaillard, Blance, D.E. 1962. The relationship between the cell wall constituents of roughages and the digestibility of the organic matter. J. Agr. Sci. Camb. 59:369.
- Horton, G.M.J. y McElroy, L.W. 1976. Substrate-inoculum interactions in in vitro digestibility analyses. Proc. W. Sect. AM. Soc. Anim.-Sci. 27:314-316.
- Horton, G.M.J., Christensen, D.A. Y Steacy, G.M. 1980. In vitro fermentation of forrages with inoculum from cattle and sheep feed different diets. Agronomy Journal Sci. 72:601-605.
- Huges, H. y Metcalfe. 1976. Forrajes. Ed. Cecsa. 2a. Ed. México. D.F.
- Ishizaki, S.M., Campbell, C.M., Toma, W.Y., E.B. Ho and E., Okazaki, N. 1981. Influence of collection method on nutrient content, mineral composition and in vitro digestibility of kikuyugrass pasture. J. Anim. Sci. 52:867-869.
- Jones, L.H.P. y Kandreek, K.A. 1965. The relation between the silica content of the diet and the excretion of silica by sheep. J. Agr. Sci. Camb. 65:129.
- Losada, H., Rivera, J.A. Aranda, E., Aldrete, R. 1976. Estudio sobre digestibilidad in vitro de varias fuentes comunes de suplementos en dietas de caña integral molida. Agricultura Tropical. 1:93.
- Marquez, H.A., Kenneth, M. Autrey e Igor, M.E.V. Von Tiesenhausen. 1982

- Comparative in vitro digestibility of forage by buffalo, Cebu - and holstein cattle. J. Dairy Sci. 65:746-748.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh J.F.D. 1975. Nutrición animal - Ed. Acribia. 2a. Ed. Madrid, España pp. 184-192.
- Moore, J.E. y Mott, G.O. 1973. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In matcher, A.G. (Ed.) Antiquality of forage. - CSSSA, Publicatio. Sce. 4:53-98
- Nelson, B.D., Ellzey, H. D., Montgomery, C., y Morgen, E.B. 1972. Factors affecting the variability of an in vitro rumen fermentation technique for estimatine forage quality. J. Dairy Sci. 55:358--366.
- Nik-Khah, A. y Tribe, D.E. 1977. A note on the effect of diet on the -- inoculum used in digestibility determination in vitro. Anim. - Prod. 25:103-106.
- Pigden, W.J. y Bender, F. 1972. Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes. Rev. Mundial Zoot. 4:7-10.
- Quicke, G.V., Bentley, O.G., Scott, H.W. y Moxon, A.L. 1959. Cellulose digestion in vitro as a measure of the digestibility of forage-cellulose in rumianants. J. Anim. Sci. 18:275-287.
- Reid, R.L., Jung, G.A. y Murray, S. 1964. The measurement of nutritive quality in a bluegrass pasture using in vitro and in vivo tech-

- niques. J. Anim. Sci. 23:700-710.
- Raymond, W.F. 1969. The nutritive value of forage crops. Advances in -  
Agronomy. 21:1-108.
- Schneider, B.A. y Flatt, P.W. 1975. The evaluation of feeds though di--  
gestibility experiments. Univ. of Georgia Press. U.S.A.
- Schussler, S.L., Robinson, J.B., Masters, S.S., Loerch, S.C., Miller, -  
B.L. y Fahey Jr., G.C. 1978. The effect of supplemental niacin  
on in vitro cellulose digestion and protein synthesis. J. Anim.  
Sci. 47 (suppl. 1):439. (Abstr.).
- Schwartz, H.M. y Gilchrist, F.M.C. 1974. Microbial interactions with -  
the diet and the host animal. P. 165-179 In I.W. McDonld and A.  
C.I. Warner (Ed.) digestion and metabolism in the ruminant the -  
Univ. of New England publishing Unit. Armidale, Australia.
- Smith, L.W., Goering, H.K. y Gordon, C.H. 1972. Relationship of forage-  
compositíons with rates of cell wall digestion and indigestibi-  
lity of cell walls. J. Dairy Sci. 55:1140.
- Stuart, R. 1977. Los residuos agrícolas y sus posibilidades de empleo -  
en alimentación del ganado. Boletín de Reseñas. La Habana, Cuba
- Taylor, J.C. y Aston, K. 1976. Milk production from diets of silage and  
dried forage. 2 Effect of ensilign rye grass cut at two levels-  
of digestibility and give adlibitum with supplements of dried -



- grass pellets. Anim. Prod. 23:211-221.
- Tilley, J.M.A. y Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the in vi-  
tro digestion of forage crops. J. Brit. Grass ld. Sci. 18:104.
- Tilley, J.M.A. y Terry, R.A. 1969. The relationship between the soluble  
constituents of herbage and their dry-matter digestibility. J.-  
British grassld. Soc. 24:290.
- Van Soest, P.J. 1967. Development of a comprehensive system feed analy-  
ses and its application to forages. J. Anim. Sci. 26:119-128.
- Vasallo Muñiz, C.C. 1979. Interacciones entre ingredientes en raciones-  
completas para ganado lechero. Tesis M.C. Centro de Ganadería,-  
C.P. Chapingo, México.
- Wilkins, R.J., Hutchinson, K.J., Wilson, R.F. y Harris, C.E. 1971. The-  
voluntary intake of silage by sheep. I. Interrelationships bet-  
ween silage composition and intake J. Agri. Sci. Camb. 77:531--  
537.