

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD "IN VITRO"

DE DOCE ZACATES DIFERENTES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA

GUADALUPE ALONSO BORJAS

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 1979

NO. 633  
74  
79  
7.5

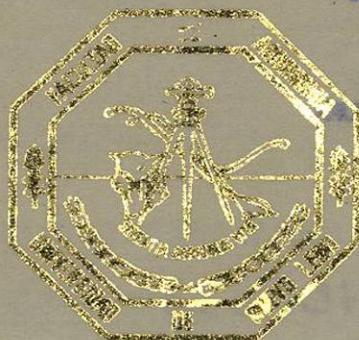
T  
SB193  
A4  
C.1



1080060702

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD "IN VITRO"

DE DOCE ZACATES DIFERENTES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA

GUADALUPE ALONSO BORJAS

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 1979

9002

T  
SB 193  
A4

  
Biblioteca Central  
Maesa Solidaridad  
F. Tesis

  
BUREAU REPOSER  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

040.633  
FA24  
1979  
C-5

A DIOS  
NUESTRO SEÑOR  
GRACIAS

A LA VIRGEN DE GUADALUPE  
POR SU COMPAÑIA Y PROTECCION

Dedico con mi más profundo cariño  
esta tesis a mis Padres:

Sr. Matías Alonso Narváez

y

Sra. Ma. de Jesús Borjas de Alonso

Por haberme brindado siempre su --  
apoyo tanto material como espi--  
tualmente, por su comprensión y ha  
berme transmitido sus consejos y -  
enseñanzas, las cuales siempre to-  
maré en cuenta. Gracias por ésta  
Carrera Profesional la cual consti  
tuye para mi una gran herencia.

A MIS HERMANOS CON CARIÑO

ROBERTO

SIMON

MARTHA

MARCELINO MARIANO

HILDA LEONOR

Deseando que nuestros lazos fraternales se  
estrechen más cada día.

A MIS HERMANOS POLITICOS

ALFREDO DE JESUS

BLANCA IRMA

ELIZABETH

Con afecto y estimación.

Con Inmenso Amor

a

MARIO ALBERTO GARCIA CUEVAS

Por su apoyo, comprensión y  
corresponder a mis senti-  
mientos; esperando que la  
presente le sea de alguna  
utilidad.

Con gratitud a mi Querida Universidad  
y Escuela de Agronomía

A sus Maestros, por transmitirnos  
sus conocimientos

A mis compañeros y Amigos

A quienes siempre recuerdo

Con Afecto y Cariño a la  
Ing. Dulcinea Núñez García  
quien ha sido una buena compañera  
y gran amiga.

A MIS ASESORES:

ING. ANGEL J. VALENZUELA MERAZ

ING. EMILIO OLIVARES SAENZ

Con sumo agradecimiento por la atención y ayuda  
prestada para la elaboración y realización de -  
esta tesis.

A todas aquellas Personas e  
Instituciones que en una u-  
otra forma coadyuvaron para  
el logro de mi objetivo.

# I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION . . . . .	1
LITERATURA REVISADA. . . . .	3
Acción Microbiana y Anatomía del Rumen. . .	3
Valor Nutritivo de los Forrajes . . . . .	8
Factores que afectan el valor nutritivo de-	
los forrajes. . . . .	13
Influencia del estado de desarrollo. .	13
Influencia de los factores ambientales. 14	14
Suelos y tratamientos con fertilizantes. 14	14
Epoca de corte . . . . .	15
Digestibilidad . . . . .	15
Método de ensilaje . . . . .	15
Método Químico para valorar a los forrajes. 16	16
Experimento de digestión y coeficientes de-	
digestibilidad. . . . .	17
Forma de expresar la digestibilidad . . . .	19
Determinación de la digestibilidad "in vitro" 20	20
Medidas de digestibilidad . . . . .	21
Factores que influyen en la digestibilidad. 23	23
La influencia de la especie animal . .	23
Diferencia de digestibilidad entre razas	
y tipos de ganado . . . . .	24
Influencia de la edad sobre la digestibi-	
lidad dentro de una especie . . . . .	26
Influencia del nivel de ingestión . . .	27

	PAGINA
Métodos de determinación de digestibilidad -	
"in vitro". . . . .	28
Descripción de diferentes zacates . . . . .	32
<u>Bouteloua curtipendula</u> . . . . .	32
<u>Sporobolus airoides</u> . . . . .	33
<u>Stipa leucotricha</u> . . . . .	33
<u>Chloris gayana</u> . . . . .	34
<u>Setaria macrostachya</u> . . . . .	35
<u>Papophorum bicolor</u> . . . . .	36
<u>Tridens albescens</u> . . . . .	36
<u>Trichloris plurifloris</u> . . . . .	37
MATERIALES Y METODOS . . . . .	39
RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	55
RESUMEN. . . . .	56
BIBLIOGRAFIA . . . . .	58

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1	Componentes Bioquímicos de los forrajes. . .	12
2	Comparación entre los componentes de alimentos vegetales determinados por el Sistema -- Weende y el Sistema Van Soest. . . . .	18
3	Coeficientes de digestibilidad y porcentajes de otras fracciones químicas en la Prueba de Digestibilidad "in vitro" de doce zacates diferentes 1977 . . . . .	43
4	Análisis de varianza de los coeficientes de digestibilidad de materia seca de 12 diferentes zacates. 1977 . . . . .	44
5	Comparación de Medias por la Prueba de Duncan para los coeficientes de digestibilidad de materia seca, de doce diferentes zacates. 1977 . . . . .	45
6	Valores de correlación entre la digestibilidad de materia seca "in vitro" (DMSIV) y --- fracciones químicas, y entre las fracciones de los 12 diferentes zacates. 1977 . . . . .	47
7	Análisis de regresión múltiple con entrada de variables independientes por pasos para predecir la digestibilidad "in vitro" de 12-diferentes zacates. 1977 . . . . .	50

TABLA

PAGINA

8	Análisis Bromatológico de los 12 diferentes zacates. 1977 . . . . .	54
---	---	----

FIGURA

1	Coeficientes de digestibilidad "in vitro" y Porcentajes de la fracción química Fibra De <u>tergente</u> Neutro en la prueba de 12 zacates-diferentes. . . . .	52
---	---	----

## I N T R O D U C C I O N

El conocimiento de la cantidad de constituyentes químicos en un alimento o forraje, no es información suficiente para la correcta evaluación nutritiva. Durante el paso de un alimento a través del tracto digestivo del animal, varias fracciones del alimento son atacados por bacterias ó por enzimas digestivas y son convertidas en simples sustancias -- las cuales pueden ser absorbidas por el sistema digestivo.

Las fracciones del alimento que no fueron descompuestos ni absorbidos pasan a través del canal intestinal y son subsecuentemente excretados.

El porcentaje de un nutriente determinado el cual es -- absorbido durante el paso a través del animal es llamado el Coeficiente de Digestibilidad. La Digestibilidad y el consumo son los principales determinantes del valor nutritivo de los forrajes; los estudios en digestibilidad están conducidos a determinar que proporción del alimento consumido es -- aprovechable por el metabolismo del animal.

Clasicamente el valor nutritivo de los forrajes es medido con animales, este procedimiento es de larga duración, -- además de que son necesarias cantidades elevadas de forraje y por lo tanto sus costos son altos; por otra parte se tiene que acostumar al animal al tipo de alimento y a las condiciones del experimento.

En la actualidad han sido desarrolladas diferentes Técnicas de Digestibilidad "in vitro" que requieren pequeñas cantidades de material para estimar la calidad del forraje y que permiten además que se analicen rápidamente un gran número de muestras.

Debido a lo anteriormente expuesto, el objetivo de la presente prueba fué el de obtener el valor nutritivo de diferentes zacates en estado seco, por medio de Pruebas de Digestibilidad de Materia Seca "in vitro", y del uso de detergentes para determinar el Contenido de Constituyentes de la Pared Celular, así como también buscar una ecuación de regresión para predecir los Coeficientes de Digestibilidad a partir de las fracciones determinadas.

## LITERATURA REVISADA

### Acción Microbiana y Anatomía del Rumen.

El estómago de los rumiantes consta de cuatro compartimientos: 1) Panza, Rumen o Herbario, 2) Retículo Bonete o Redecilla, 3) Omaso, Librillo ó Salterio y 4) Abomaso, Cuajar ó Estómago verdadero.

Estos compartimientos se desarrollan desde el estómago embrionario y son relativamente pequeños en el animal recién nacido; donde el rumen y el retículo juntos son apenas la mitad del abomaso o estómago verdadero.

El rumen todavía no es funcional en los animales recién nacidos pero la fermentación rumial empieza en unas cuantas semanas. En este período en que el animal no está destetado su principal alimento es la leche, la cual se absorbe rápidamente sin predigestión en el rumen. En los animales jóvenes la leche pasa directamente del esófago al omaso desviándose del rumen por medio de la acanaladura esofagiana.

El crecimiento considerable del rumen se realiza durante los primeros meses de vida, pero el estímulo principal de su desarrollo es la ingestión de sólidos.

Cuando los cuatro compartimientos han alcanzado sus tamaños relativamente permanentes, lo cual ocurre después de un año, el rumen representa el 80% del volumen total del estómago.

La pared del rumen a través de la cual se realiza la -- absorción de metabolitos y de iones, se halla tapizada por - un epitelio estratificado con papilas sostenida por una capa de fibras musculares lisas. El epitelio no es glandular y - no tiene función secretoria. El crecimiento de las papilas - se realiza paralelamente con el principio de la fermentación en el rumen, su desarrollo normal depende de la ingestión de sustancias de rápida fermentación como el pasto o los con-- centrados.

A medida que crece el rumen, vá estableciéndose una población mixta de bacterias y protozoarios. La fuente de los protozoarios indudablemente es la inoculación cruzada de --- otros animales, puesto que los rumiantes jóvenes creados en aislamiento carecen de protozoarios del rumen.

Más de unas cien especies de protozoarios han sido en-- contrados en el rumen y varias especies de distintos géneros se encuentran habitualmente en un sólo animal. Por regla -- general hay grandes números por gramo (hasta  $10^6$ ) del conte-- nido del rumen.

El número total de bacterias normalmente presentes en - el contenido ruminal es de unos  $10^{10}$  por gramo. Se encuen-- tra gran variedad de organismos y la proporción de cada tipo depende de la dieta del animal.

Grandes números de gérmenes aerobios se introducen cuando

do el animal consume alimento o agua, pero éstos no llegan a establecerse en condiciones anaerobias que es un hecho importante en el rumen.

Los microorganismos del rumen viven en simbiosis notable con el animal huésped y las dificultades asociadas con el cultivo de especies supone que también existen en simbiosis unos con otros.

La constancia razonable de las condiciones en el rumen se logra así:

- a) La toma frecuente de alimentos por el animal proporciona un suplemento regular del substrato para los microorganismos.
- b) Los productos solubles de la actividad microbiana son absorbidos rápidamente por la pared Ruminal y por lo tanto no se acumula ni llegan a inhibir la acción enzimática.
- c) La temperatura del rumen se sostiene de 38 a 42°C. por el mecanismo regulador de la temperatura del animal.
- d) El volumen del contenido del rumen se regula por el paso del material líquido a intervalos hacia el omaso a través del orificio retículo-omasal.
- e) Los rumiantes secretan grandes cantidades de saliva que es rica en bicarbonato y en otros iones. La saliva es el factor más importante en el mantenimiento del pH y la com

posición en el rumen.

Los alimentos ingeridos se retienen en el rumen y en el retículo hasta que alcanzan una consistencia fina y entonces pasan a las regiones más bajas del tracto en una corriente -- lenta. Por medio de contracciones regulares enérgicas del -- retículo, el líquido es devuelto al rumen y diluye el contenido de este. Después las contracciones del rumen regresan el líquido al retículo. En ésta forma las partículas alimenti--cias más pequeñas son separadas lentamente de la masa en el rumen y entonces pasan al omaso a través del orificio retícu--lo-omasal. La rumia que es el proceso por el cual los alimentos del rumen y del retículo son regresados a la boca, remasticados mezclados con saliva y otra vez ingeridos, facilita -- también la remoción de partículas alimenticias del rumen reduciendo su tamaño.

La importancia de la Digestión ruminal relativa a la restante del tracto se indica en el sentido de que 70 a 85% de -- la Materia Seca Digestible de la ración se utiliza en el ru--men.

El material semi-líquido del retículo entra al omaso: -- contracciones omasales frecuentes y fuertes comprimen y trituran la ingesta y de 60 a 70% de agua es absorbida. El mate--rial de consistencia más sólida pasa hasta el abomaso donde -- el jugo gástrico es secretado a una rapidez que compensa más--

o menos la pérdida del líquido en el omaso. Aumentan la mezcla del contenido total las contracciones del abomaso. La ingesta pasa a través del abomaso relativamente aprisa y probablemente no es retenido lo suficiente para que se realice una digestión péptica apreciable.

Merced a ésta acción de los microorganismos de la panza que forman parte del proceso digestivo, los rumiantes pueden digerir grandes cantidades de fibra y convertir las proteínas de baja calidad en aminoácidos esenciales o indispensables. Los mencionados microorganismos sintetizan o fabrican la mayor parte de las vitaminas del complejo "B" que posteriormente son asimilados por el animal.

La vitamina "K" la cual es soluble en grasa también es sintetizada por la microflora del intestino. Por otra parte, los rumiantes jóvenes en lactación en que el rumen es muy poco funcional, requieren que muchos de los aminoácidos esenciales y la mayoría de las vitaminas del complejo "B" sean proporcionados en la dieta.

La digestión de la celulosa es la función fundamental del rumen. Los mamíferos no secretan celulosas en sus jugos digestivos y la degradación de la celulosa en el rumen se realiza por la actividad celulolítica de la población microbiana. Esto permite que los rumiantes vivan de alimentos fibrosos, toscos que de otra manera no sostendrían su vida.

La celulosa es degradada rápidamente cuando se incuba en

condiciones convenientes con mezclas de microorganismos del rumen. La incubación por largo tiempo (de 20 a 60 horas) es necesaria para que haya una digestión apreciable.

Los elementos nutritivos como los AGV que son los productos más importantes de la fermentación de los carbohidratos por el rumen y que constituyen la mayor fuente de energía para el animal; son rápidamente absorbidos por el rumen; lo mismo que el amoníaco que es un producto final de la degradación de la urea, los aminoácidos, los péptidos y las proteínas en el rumen; quedan en esa forma disponibles por el animal para su utilización. En condiciones normales, cantidades relativamente pequeñas de AGV y de amoníaco escapan a la absorción y pasan al intestino delgado. (2)

Valor Nutritivo de los Forrajes.

Los forrajes son alimentos ásperos como de los denominados habitualmente, contienen elevadas porciones de fibras o de materiales no digestibles. (11)

Para expresar el valor nutritivo de los forrajes se emplean términos; entre ellos figuran el PNDT (Principios Nutritivos Digestibles Totales), la Energía Digestible, La Energía Metabolizable, La Energía Neta y la Eficiencia en la utilización de los alimentos.

Los nutrientes digestibles totales se calculan a partir del Análisis Bromatológico para así obtener la energía útil-

total de un alimento. (7)

En el animal el estudio más simple y de corto plazo es el de digestibilidad del forraje o ración bajo estudio. (1)

La Digestibilidad expresada como materia sea, materia orgánica o NDT es la medida de valor más comunmente usada. Su uso común está relacionado con la relativa facilidad con que puede ser aplicado así como a su reproducivilidad comparado con el consumo y la eficiencia las cuales usualmente son más importantes en la explicación de la productividad.

Los constituyentes de los forrajes se pueden dividir en dos clases: Aquellos de naturaleza concentrada y los componentes fibrosos menos digestibles. La fracción altamente digestible llamada contenido celular, incluye las fracciones siguientes: Proteínas, azúcares, almidones y ácidos orgánicos. Todos los forrajes contienen algunas de estos constituyentes pero no tanto como los concentrados al ser expresados como porcentaje total del alimento, los contenidos celulares de los forrajes toscos no son inferiores en calidad de los forrajes. (30)

La otra fracción importante es la de los componentes fibrosos o de la pared celular vegetal la cual es la parte estructural de la planta y representa el total de la fracción fibrosa. La fracción fibrosa es de gran importancia en la dieta de los rumiantes, se requiere una calidad y un nivel

mínimo de fibra en la dieta para el apropiado funcionamiento del rumen y así como para una buena eficiencia alimenticia.- El heno y otros forrajes deshidratados que han sido molidos finamente y peletizados no mantendrán su proporción normal de AGV (Acidos Grasos Volátiles) en el rumen, ni el nivel normal de la leche.

La digestibilidad de la celulosa se reduce cuando la alimentación es a base de forrajes finamente molidos (30), lo cual es importante que no ocurra ya que las bacterias celulolíticas del rumen son responsables de que existen las proporciones adecuadas de los ácidos del rumen. (16)

Mientras que Dehoroty, et al (10) mencionan que con ésta reducción del tamaño de partículas se incrementa la fermentación de hemicelulosa y pectina, debido a esto a que se rompe una barrera física de lignina entre los carbohidratos y la degradación de las bacterias del rumen, con esto se puede pensar que es bueno moler los forrajes pero no al grado de que no puedan actuar las bacterias celulolíticas.

La fibra total verdadera de las plantas está contenida en la pared celular la cual incluye lignina, celulosa y hemicelulosa como componentes principales.

Ningún animal superior segrega enzimas capaces de hidrolizar celulosa, hemicelulosa y lignina; muchas bacterias anaeróbicas y otros microorganismos pueden hidrolizar celulosa-

y hemicelulosa pero sólo hongos aeróbicos pueden degradar lignina. Esto último no sucede en el tracto digestivo de los animales por lo cual la lignina es indigerible.

La disponibilidad de los polisacáridos de la pared celular a los organismos que llevan a cabo la fermentación es altamente variable, debido a la lignificación y a otras características estructurales de la pared celular. Por lo tanto la cantidad de pared celular no puede ser, por sí misma digna de confianza como una medida del valor nutritivo. Sin embargo, si además de la determinación de la cantidad de la pared celular se toma en cuenta el grado de lignificación de la pared celular se puede obtener estimaciones de la digestibilidad por los rumiantes.

Como se muestra en la tabla 1, entre las fracciones de la pared celular se encuentra la lignina que es un Polímero Tridimensional de fenilpropanos y derivados. Al mismo tiempo que le dá rigidez a la pared celular de la planta es esencialmente indigestible y también protege a las proporciones asociadas a los carbohidratos de la pared celular de los ataques biológicos y de la digestión. Como la lignina, la cutina baja la disponibilidad de la celulosa y hemicelulosa con la cual está asociada. (30)

Otra fracción importante es el sílice el cual es absorbido y metabolizado por las plantas forrajeras; con lo cual Van Soest y Wine (29) probaron que es un factor en la reducción de la digestibilidad de los constituyentes de la pared celu-

TABLA 1.- Componentes Bioquímicos de los forrajes (30).

COMPONENTE	DISPONIBILIDAD	FACTORES QUE LIMITAN SU UTILIZACIÓN/EL ANIMAL
<b>CONTENIDO CELULAR</b>		
Carbohidratos solubles	100	Consumo
Almidón	90+	Tasa de paso y consumo
Acidos orgánicos	100	Consumo y toxicidad
Proteína	90+	Fermentación
Pectina	98	Fermentación
<b>PARED CELULAR</b>		
	Variable	Lignificación, cutinización y silicificación
Celulosa	Variable	Lignificación, Cutinización y silicificación
Hemicelulosa	Variable	Lignificación, Cutinización y silicificación
Lignina, cutina y sílica	Indigestible	Limita el uso de la pared celular
Taninos y polifenoles	Limitada (?)	Inhibidores de proteasas y celulasas

lar y que en algunas plantas puede ser un rival fuerte junto con la lignina; además encontraron que en promedio se declinaba en tres unidades la digestibilidad por cada unidad de sílice en la materia seca y que éste factor no es importante en la digestibilidad de la alfalfa y otras leguminosas.

Factores que afectan el Valor Nutritivo de los Forrajes.

Influencia del Estado de Desarrollo. Este es de gran importancia ya que la época de corte o de utilización de las plantas forrajeras influye simultáneamente sobre la calidad del forraje obtenible y sobre su valor nutritivo.

Se trata de un fenómeno general relacionado con la evolución química de los forrajes, desde las fases iniciales del desarrollo hasta la maduración de las semillas.

En el período de la plena floración y en la madurez de la semilla, se verifica la progresiva consolidación de los tejidos mecánicos que siempre van lignificándose más en dirección de la base o sea desde la punta a la base de los tallos, que resulta siempre la parte más rica en lignina.

Las plantas varían en su composición a medida que se desarrollan, cuando son jóvenes contienen más cantidad de agua y proteínas, las que disminuyen a partir de la formación de los frutos aumentando además su contenido de fibra; ocasionando la disminución de la digestibilidad que resulta de la lignificación de la celulosa así como el empobrecimien

to en vitaminas y elementos minerales.

Influencia de los Factores Ambientales.

El clima templado con pluviosidad primaveral y estival - bien distribuido es el ideal para el cultivo forrajero y los pastos porque en estas condiciones las plantas mantienen durante mucho tiempo la apariencia tierna y los procesos de lignificación de la celulosa sufre una notable disminución. En cambio en climas cálidos, áridos, subáridos el ciclo biológico de los forrajes es acelerado.

Suelos y Tratamientos con Fertilizantes.

El tipo de suelo puede influir sobre la composición del pasto, sobre todo sobre su contenido mineral. Normalmente la reacción de la planta frente a una deficiencia mineral en el suelo es limitar el crecimiento o reducir la concentración -- del elemento en sus tejidos o ambas cosas a la vez.

La acidez del suelo es un factor importante que ejerce - su influencia en particular sobre la captura de muchos elementos traza para la planta. El uso de fertilizantes puede influir sobre el contenido mineral de las plantas. La aplicación de abonos nitrogenados pueden aumentar la proteína bruta del pasto e influir sobre el contenido de amidas y nitratos. Estos abonos disminuyen también las fructosanas de las gramíneas.

### Epoca de Corte,

En general en el momento de la floración proporciona la máxima cantidad de proteína digestible. De esto podría deducirse que el momento más favorable desde el punto de vista -- cualitativo y cuantitativo debe de ser el del principio de la floración. No obstante, es manifiesto que las condiciones -- climáticas pueden modificar notablemente este momento.

### Digestibilidad.

Uno de los factores principales que determinan el valor nutritivo de los forrajes es la Digestibilidad de la Materia Orgánica. Aunque existe una relación entre la digestibilidad y el grado de crecimiento basado en que la digestibilidad decrece cuando las plantas maduran, esta relación se complica -- debido a la existencia de un período primaveral, que puede -- durar hasta un mes, en el que la digestibilidad de las herbáceas permanece prácticamente constante. Además de influir -- sobre la cantidad de nutrientes utilizables por el animal, la digestibilidad es un factor importante que controla el consumo. Cuanto más digestible sean las hierbas del pasto, tanto -- más come el animal.

### Método de Ensilaje.

La calidad del ensilaje depende en gran parte de la preparación y el cuidado que tenga el ganadero así como las diferentes técnicas empleadas en el proceso.

Otras causas que pueden variar los resultados del valor nutritivo de los forrajes es la región donde se produce, como el método de análisis usado. (1,14,23,32). En conclusión se puede decir que un forraje entre más tierno se encuentre va a tener mayor digestibilidad y a mayor madurez de la planta va a tener menos digestibilidad. Este es uno de los puntos más importantes para saber cuando hay que cortar el forraje o cuando meter a pastar los animales en un potrero.

#### Método Químico Para Valorar a los Forrajes.

El método tradicional por el cual los alimentos y forrajes son analizados es el Sistema Próximo ó Sistema Weende. Fué esencialmente constituido en su forma presente en 1860 por Henneberg y Stohmann.

Tras una larga serie de investigaciones efectuadas por Van Soest (25,26), propuso un método de separación por medio de detergentes de los componentes de los forrajes en dos grandes proporciones: Paredes Celulares y Contenido Celular. Con esta sola división todos los elementos de mayor valor quedarían en la categoría de solubles en detergente neutro: lípidos, azúcares, almidón, proteína, nitrógeno no protéico y pectinas. En la segunda categoría, la parte insoluble, de la cual el simple procedimiento de disolverla en detergente ácido, dejaría reunidos en una sola fracción a la celulosa, lignina, sílice queratina y algo de nitrógeno lignificado.

Los valores denominados como Fibra insoluble en Deter-

gente Acido han demostrado gran utilidad de predicción sobre el valor verdadero de los forrajes y muchos laboratorios en el mundo lo están sometiendo a prueba.

En la Tabla 2 se comparan los análisis químicos de alimentos según el sistema Weende de Análisis Inmediato y el Sistema de Residuos No Nutritivos de Van Soest. Puede apreciarse que el Sistema Weende de Análisis intenta dividir el alimento completo en fracciones químicas, que posteriormente, pueden relacionarse con el valor nutritivo, mientras que el sistema de residuos no nutritivos tiene como misión primordial poner de manifiesto la materia de las membranas celulares de los alimentos groseros y reunir la porción soluble de la célula en una categoría. Esto se basa en la teoría de que el material soluble es virtualmente digestible en el 100% y que, en consecuencia, el valor nutritivo de los alimentos groseros depende de las características de la materia de las membranas celulares. Sin duda alguna con este sistema se obtendrá un método más útil de predecir por medios químicos el verdadero valor de los alimentos para animales, inclusive predicciones sobre consumo. (1)

Experimento De Digestión y Coeficiente de Digestibilidad.

A fin de determinar la digestibilidad de un alimento para determinada clase de ganado es preciso realizar en primer lugar por medio de análisis el porcentaje de cada principio nutritivo contenido en el alimento, después se alimenta-

TABLA 2 Comparación entre los componentes de alimentos vegetales determinados por el Sistema Weende y Sistema Van Soest. (25)

Van Soest	Componentes de los forrajes		Weende
	Nitrogenados	No nitrogenados	
		Lípidos	Extracto etéreo
Contenidos celulares	Nitrógeno no proteico	Hidrosolubles	
	Proteína soluble	Pectina Almidón	Extracto libre de nitrógeno.
Soluble A cido de-- tergente	- Proteína insoluble	Hemicelulosa	
Componentes de las membranas celulares	Nitrógeno lignificado	Lignina álcali-soluble	
	Lignocelulosa	Lignina insolubles	
		Celulosa	Fibra bruta

al animal con cantidades pesadas del alimento durante un período preliminar de algunos días con el fin de que todos los residuos de alimentación anterior sean expulsados del tubo digestivo.

Durante el experimento de digestión se suministra diariamente al animal las mismas cantidades de alimento y se recogen las heces cuidadosamente, se presentan y toman muestras que se analizan. La diferencia entre la cantidad de cada principio nutritivo proporcionado diariamente y la cantidad recolectada en las heces es la cantidad que ha sido ingerida, recibe el nombre de Coeficiente de Digestión de ese principio nutritivo. (7)

La digestión de un principio alimenticio varía de acuerdo con algunos factores tales como la naturaleza del alimento del que forma parte, la especie, la individualidad del animal y el plano de nutrición, (4, 9, 12,) pero ni la hora de tomarlas, ni la cantidad de agua bebida; parece tener influencia sobre la digestibilidad; cuando el trabajo es excesivo la reduce y un ejercicio moderado tiende a aumentarla.(21)

Se afirma que a mayor proporción de azúcares y almidones menos digestión habrá de la fibra cruda pues los microorganismos del rumen atacan priordialmente a los carbohidratos de fácil digestión y posteriormente a la fibra. (1)

Forma de Expresar la Digestibilidad.

La utilidad de expresar la digestibilidad en porcentaje radica precisamente en que facilita la comprensión de lo que ha ocurrido con el forraje al pasar por el aparato digestivo. Se asume que un alimento con 100% de digestibilidad es aquel que desaparece por completo después de ingerido. Mientras más cerca se encuentre de un coeficiente de 100 mayor es el valor alimenticio. (5)

#### Determinación de la Digestibilidad In Vivo.

Una prueba de digestión requiere el registro de las sustancias consumidas y de las cantidades que se excretan en las heces. En la determinación de la digestibilidad no se pueden precisar todas las pérdidas con exactitud, la prueba de la digestibilidad siempre es muy importante. El factor más valioso en la determinación del valor nutritivo relativo de un alimento es la pérdida relativa de energía de las heces.

En vista de que la digestibilidad de un alimento consiste en la diferencia entre nutrientes consumidos y los que aparecen en las heces, la digestibilidad se puede calcular midiendo cada clase de nutrientes. Por lo tanto la prueba convencional consiste en medir los nutrientes consumidos durante el período determinado y recoger toda la materia fecal producida durante el mismo período.

Se puede suministrar un marcador con un colorante cuan-

do el animal coma, el alimento se introduce al rumen en cantidades relativamente grandes y con un mínimo de masticación cuando termina de comer, el animal rumia regurgitando el alimento en un pequeño bolo alimenticio de unos 100 grs. Este bolo se remastica y lo devuelve al rumen regurgitando luego otro bolo, las contracciones del rumen garantizan que el nuevo bolo sea de materia diferente sin embargo no se puede garantizar que el animal no regurgite y mastique pues unas -- porciones pueden permanecer en el rumen durante horas o días enteros. Para contrarrestar estos factores, el período preliminar de la prueba de digestibilidad de un rumiante es más largo que para el monogástrico, acostumbrándolo a un mínimo de unos siete días. Es necesario que transcurra algún tiempo para permitir al organismo desarrollar una población de -- las bacterias necesarias para digerir el tipo de alimento -- bajo observación. (3)

Debido a la naturaleza del rumen, el alimento no se moviliza directamente a través del aparato digestivo, no se -- efectúa a base de un sistema en que el primero en llegar es el primero en salir. (22)

Medidas de Digestibilidad.

Digestibilidad Aparente.- Una prueba de Digestibilidad común asume que una vez tomadas las precauciones de observar un período preparatorio en que el animal desaloja residuos -- de otros alimentos y de acuerdo con la rapidez de paso de --

cada especie, todo lo que aparece en las heces tiene su origen en el forraje comido. En estricta verdad eso no es cierto; las heces contienen ciertos compuestos del metabolismo interno del animal que ingresan principalmente con la bilis. El color característico de las heces está constituido por pigmentos principalmente biliares y hay una buena cantidad de minerales junto con ellos. Además las heces contienen restos de compuestos de otras secreciones digestivas así como células despedidas de las paredes del aparato digestivo, por esa razón es más correcto llamar digestibilidad aparente al resultado de restar energía de las heces de la energía digerida. (1)

Digestibilidad Verdadera.- Esta es la digestibilidad real o disponibilidad de un alimento, forraje o nutriente representado por el balance entre el consumo y la pérdida fecal del mismo alimento no digerido. La digestibilidad verdadera de todos los forrajes, raciones y alimentos protéicos es siempre más grande que la digestibilidad aparente, porque parte de las heces es de origen metabólico (no es del alimento). La digestibilidad aparente y verdadera serán idénticas si no hay pérdidas metabólicas como el caso de los carbohidratos celulósicos.

Las digestiones ruminales "in vitro" tienden a medir la digestibilidad verdadera porque los productos metabólicos animales no pueden ser generados "in vitro". Sin embargo, los -

métodos "in vitro" que miden la desaparición de la materia --  
seca pueden producir valores más bajos debido a la produc---  
ción de residuos bacterianos que podrían tener una digestibi  
lidad considerable en el tracto posterior del animal. (30)

Energía Digestible y NDT.- Los Nutrientes Digestibles-  
son obtenidos multiplicando el coeficiente de digestión del-  
nutriente por su contenido en el alimento. Los nutrientes -  
digestibles totales representan la suma de la fibra digesti-  
ble, el E.L.N. (Extracto Libre de Nitrógeno), la Proteína -  
y el E.E. (Extracto Etereo) multiplicado por 2.25. Esto ---  
constituye un intento de comparar los alimentos sobre la ba-  
se de un mismo valor de energía.

Factores que Influyen en la Digestibilidad.

Puesto que las pérdidas en digestión son las de mayor -  
magnitud en la alimentación animal, conviene analizar a fon-  
do cuales son las diferencias en digestibilidad atribuibles-  
a factores fáciles de reconocer como la especie del animal y  
del forraje.

La Influencia de la Especie Animal.- De un mismo alimento  
el cerdo es capaz de obtener mayor energía digestible  
que los rumiantes, siempre que se trate de alimentos ---  
libres de celulosa o lignina.

Vander Nott y Gilbreath citados por De Alba, (1) confirma que el caballo digiere los componentes energéticos en un 8% menos que el bovino pero la digestión de proteínas es igual en las 2 especies.

Una investigación estadística sobre valores publicados - reveló que la digestibilidad de materia orgánica es favorable a los bovinos cuando se trata de forrajes toscos - en un promedio de 3% y en los concentrados es favorable a los ovinos en un promedio de 2%. De esto se puede concluir que no incurre en ningún error de importancia si se usa prueba de digestibilidad con ovinos para aplicar datos de racionamiento de bovinos o viceversa.

La digestibilidad en caballos es constantemente menor que en rumiantes, pero en ausencia de estudios suficientemente numerosos para efectuar correcciones matemáticas, es posible usar los mismos coeficientes de rumiantes sin llegar, en promedio a más de 5% de error en términos de energía digestible. (1)

Diferencia de Digestibilidad entre Razas y Tipo de Gados.- Entre los bovinos más numerosos que ocurren en la explotación animal se encuentran los Cebú (*Bos indicus*) y el tipo europeo (*Bos taurus*). La creencia popular de que el cebú puede substituir mejor que el bovino europeo con forrajes de mala calidad han llevado a algunas personas a creer que poseen mayor poder de digestibilidad. (1)

Duckworth citado por De Alba, (1) estudió los resultados de 101 pruebas de digestión de ganado europeo y 116 cebú, como los forrajes no eran los mismos, optó por juzgar el poder digestivo en términos de influencia deprimente de la fibra sobre la digestibilidad de materia orgánica total. A medida que su ración contenía fibra, la depresión era mayor en europeos que en el Cebú.

La lección más importante que se debe deducir de las diferencias en digestibilidad tanto entre cebús y bovinos europeos como búfalos, es que hay una escala de búfalos al cebú, al bovino europeo de posibilidades de acelerar la producción si la calidad tanto en proteína como en ausencia de lignina es mayor porque en ese orden las otras especies consumen más por unidad de peso. Si hay exceso de lignina o escasez de proteína, el origen de mérito de los tres grupos de ganado es exactamente opuesto.

Esto es lo mismo decir que si se cuenta con maíz barato se engorde un Hereford o un Angus si se encuentra con una pradera regular se engorde un cebú y si sólo se encuentra con una pradera muy mala o con pajas de cosecha se engorde un búfalo.

Sobre las diferencias atribuibles a tipos dentro de una misma raza, se realizó una investigación con 3 novillos sumamente cortos y chaparros, populares en las exposiciones ganaderas de E.U.A. comparados con 3 medios hermanos-

que eran del tipo convencional, teniendo como resultado - que no existió ninguna diferencia en poder de digestibilidad en 6 pruebas consecutivas a medida que iban creciendo los animales. (1)

Influencia de la edad sobre la Digestibilidad dentro de - una Especie.- El animal joven al poner en marcha por primera vez su aparato digestivo posee una digestión algo -- diferente y se ha podido comprobar que está relacionada a iniciación lenta o ineficaz de algunas secreciones enzimáticas.

Antes de los 10 días el cerdito posee amplia capacidad -- para absorber glucosa y lactosa, pero no otros azúcares, - ni almidón pero entre los 10 y 14 días su capacidad digestiva se desarrolla rápidamente.

Es muy difícil encontrar diferencias atribuibles a la --- edad de los animales después del destete. En becerros -- recién nacidos, el desarrollo del pre-estomago es condi-- ción necesaria para que pueda ocurrir la digestión de ce- lulosa del rumiante; sin embargo posee una lipasa salival que no posee despues.

De acuerdo con las investigaciones inglesas, según Dallas y Porter, 1957 citadas por De Alba, (1) hasta las 4 ó 5 se manas el becerro no es capaz de digerir maltosa, dextrina ni almidón y la sacarosa no la puede asimilar hasta las -

siete semanas. Después del destete, la capacidad digestiva de todos los animales prácticamente no es afectada por la edad. (1)

Influencia del nivel de Ingestión.- Este es sin duda el factor de mayor importancia entre los que se encuentran comúnmente en determinaciones de digestibilidad. En los rumiantes este efecto es más importante, sobre todo en alimentación de vacas lecheras de gran producción en los que se logran consumos de 4 hasta 5 veces el valor de mantenimiento (en energía). El reconocimiento de una depresión constante de la digestibilidad al aumentar el consumo es evidentemente necesario.

Moe Reid y Tyrrel citados por De Alba, (1) han calculado una depresión en digestibilidad de 4% de energía por cada duplicación de consumo arriba del requisito de mantenimiento.

La digestibilidad puede quedar limitada por falta de tiempo para la acción digestiva completa sobre las sustancias menos digeribles o por no ser completa la absorción. Este efecto es más notable cuando el alimento pasa rápidamente por el tubo digestivo. En cambio si el alimento se mueve muy lentamente a lo largo del intestino queda muy expuesto a las destrucciones digestivas.

La falta de tiempo para la digestión y para la absorción -

explica por que al sobrepasar la cantidad de alimento un valor determinado, la digestibilidad de todas las sustancias tiende a decrecer.

La digestibilidad de una mezcla no es necesariamente el promedio de los valores de las sustancias que componen -- determinados separadamente o en forma indirecta. (20)

#### Métodos De Determinación de Digestibilidad "in vitro"

Los inconvenientes presentados por las técnicas de evaluación In Vivo, han orientado las investigaciones hacia la obtención de métodos de laboratorio que permitan predecir el valor nutritivo de los forrajes en forma rápida y precisa y con menor costo de operación, apareciendo como más promisorios los métodos de fermentación "In vitro".

Se han empleado extensamente los estudios "in vitro" o en "Rumen Artificial" con el fin de valorar la utilización de distintas sustancias alimenticias, especialmente forrajes.

Johnson (17), ha hecho una revisión de algunos de los métodos empleados y encontró que el procedimiento puede variar de un laboratorio a otro, pero las necesidades esenciales incluyen la fermentación de los organismos del rumen sobre el substrato que se desea probar en un medio tamponado durante un período de tiempo, lo cual quedó comprobado por Yoder, et al (33), por medio de su estudio donde mostraron,-

que con la adición de protozoarios y bacterias del rumen se incrementa la digestión de celulosa y la producción de ácidos grasos volátiles (AGV).

Tilley y Terry (24), propusieron un método "in vitro" de dos fases para estimar digestibilidad aparente. Con este sistema 0.5 gramos de muestra son incubados por 48 horas a 38° C con inóculo ruminal, ajustando el pH entre 6.7-6.9, bajo condiciones anaerobias. Después de estas 48 horas, el residuo indigerido se incuba por otras 48 horas con pepsina ácida. El residuo final se lava, se seca a 100°C y se pesa. Al mismo tiempo se mantienen blancos que contienen sólo el inóculo del rumen. El peso promedio del residuo de los blancos se descuenta del residuo de las muestras para determinar el peso del residuo debido al forraje unicamente. Se calcula entonces la digestibilidad de la manera siguiente:

$$\begin{array}{l} \text{Digestibilidad de la} \\ \text{Materia Seca} \end{array} = \frac{\text{Peso de la muestra} - \text{peso corregido del residuo}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Van Soest et al (27), mostraron que el método de Tilley y Terry podría ser modificado para estimar la digestibilidad verdadera de los forrajes. La fase de digestión con pepsina-ácida es sustituida por una determinación de los constituyentes de la pared celular. Este método estima la Digestibilidad Aparente y Verdadera in vivo, más exactamente que el método de Tilley, y con mayor rapidez.

Hay que tener en cuenta que los métodos de laboratorio no intentan reproducir los procesos digestivos por lo que los valores obtenidos deben considerarse sólo como estimaciones de la digestibilidad observándose que existe una alta correlación entre los resultados obtenidos por los métodos in vivo e in vitro. Los índices de correlación entre la digestión in vitro de la celulosa o de materia seca y la digestión in vivo de materia seca ó energía, cabe esperar que sean de 0.9 ó incluso más altas, permitiendo así una estimación bastante buena sobre la digestibilidad del forraje ensayado. (9)

Kumeno, Dehority y Johnson (19), encontraron que en 12 raciones mezcladas con plantas forrajeras, zacates, leguminosas y concentrados, se guardaba una correlación de 0.85% utilizando la técnica in vitro y borregos en la determinación de los coeficientes de digestibilidad, pero anteriormente Johnson et al (17), describieron en su estudio que los coeficientes de correlación variaron dependiendo de cada clase de forraje pues estudiaron zacates, leguminosas y mezcla de forrajes, y la mayor correlación de los coeficientes in vivo e in vitro, fué para zacates mayores a 0.9.

Riveros y Vonesch citados por Alfonso A. Vidal, (31), demostraron en macro escala que la digestibilidad in vitro basada en el análisis de los forrajes y del residuo no digerido permite estimar el grado de aprovechamiento de los distintos componentes de un forraje, este estudio fué realizado sobre -

Phalaris tuberosa, Agropyrum elongatum, Lolium multiflorum,  
Dactylis glomerata y Medicago sativa.

Van Soest (27) recomienda pesar 0.5 grs. de muestra, --  
previamente secada en estufa a 60°C, molidas y pasadas por -  
malla de 1 mm y se coloca en un matraz Erlenmeyer de 125 ml.  
Se agregan 40 ml. de medio de incubación y 2 ml. de solución  
reductora, tapándose los matraces y haciendo pasar una co---  
rriente de anhídrido carbónico a través de ellos, seguidamen  
te son agregados 10 ml. de líquido ruminal, previamente li--  
cuado y filtrado, se cierran los matraces y se incuban por 48  
horas en Baño María a una temperatura de 38°C. Al final de-  
la fermentación se sigue el procedimiento con detergente neu  
tro, que extrae el contenido soluble del producto fermentado  
dejando como residuo los constituyentes de la pared celular.  
Antes de proceder a este paso; los Erlenmeyers pueden ser --  
guardados en el refrigerador agregándoles 1 ml. de toluéno -  
como preservativo y taparlos con corchos. Después de las 48  
horas de digestión se vierte el contenido de los Erlenmeyer-  
en un vaso Berzelius de 600 ml. y se lava con 100 ml. de de-  
tergente neutro, haciendo un volumen total de 150 ml. Se --  
añaden 2 ml. de decahidro-naftaleno y se pone a hervir por -  
una hora en un aparato de condensación y al final se filtra-  
en un crisol con base de vidrio molido de porosidad gruesa,-  
el cual ha sido previamente tarado; inmediatamente después -  
se lava dos veces con agua caliente y dos veces con acetona-  
y se seca succionando. Se mantiene en estufa a 100°C por --

ocho horas y al final pesar.

Se calcula la digestibilidad verdadera como sigue:

Digestibilidad Verdadera =  $100 - \% \text{ Residuo Detergente Neutro}$

Descripción de Diferentes Zacates.

Bouteloua curtipendula (Zacate Banderilla) Es un zacate perenne erecto de hábito amacollado, vigoroso. Los tallos -- florales son siempre menores de 1 m. Las hojas son por lo general son de 6 a 8 mm. de ancho y de 15 a 18 cm. de largo --- comunmente planas o ligeramente enrolladas y vellosas. Las - espiguillas están acomodadas a un lado del tallo central. -- Las raíces son profundas y vigorosas.

Distribución.- Banderilla se encuentra en el pastizal -- amacollado abierto ó arbofrutescente, pero tiene un amplio margen de adaptación. Es común encontrarlo en lomeríos o faldas de sierras en terreno pedregoso. Sin embargo a veces se aso- cia con otros zacates en terrenos planos y profundos.

Valor Forrajero.- Es un zacate apetecible por el ganado, que permanece verde más tiempo que otros con los que se en--- cuentra asociado. Contiene de 7 a 8% de proteína cruda y --- 0.062% de fósforo cuando está verde, y de 4 a 4.8% de proteí- na y 0.042% de fósforo en estado seco. Produce gran cantidad de forraje de buena calidad. ( 5 )

Sporobolus airoides (Zacatón Alcalino).- Es un zacate-perenne, de habito amacollado, tallos erectos y separados de 50-100 cms. de alto, collar con vellosidades planos, de aproximadamente 4 mm. de ancho a menudo flexuosas; la inflorescencia es una panícula abierta que comprende casi la mitad de la altura total de la planta; las espiguillas son de 2 a 2.5 mm. de longitud. La primera gluma es la mitad de largo que la segunda y generalmente se cae en la madurez.

Distribución.- El Zacatón Alcalino se encuentra en los bajos y planicies con suelos alcalinos o salino-sódicos, arcillosos y profundos; es característico del pastizal halófito, en ocasiones asociado con zacate jigüite Eragrostis obtusiflora.

Valor Forrajero.- Responde a las primera lluvias, produciendo gran cantidad de forraje que el ganado apetece en estado verde. Su mejor aprovechamiento es de junio a septiembre. Contiene en estado verde de 6.9% de proteína cruda y 0.73% de fósforo y en invierno 0.5% de proteína y 0.051 de fósforo. ( 5 )

Stipa leucotricha (Flechilla bulbosa).- Es un zacate nativo, perenne, amacollado, con alturas de 30 a 60 cms. aproximadamente. Se le encuentra en campo abierto y planicies secas de la parte norte y centro del país produciendo buen forraje durante las estaciones frescas del año. Característica importante es la producción de gran cantidad de

espiguillas cleistogámicas en su parte basal y subterráneas.  
( 5.)

Zacate Chloris gayana (Zacate Rhodes).- Este zacate es nativo de Africa, muy valioso porque se adapta a gran variedad de climas, cultivándose preferentemente en climas cálidos; no obstante crece admirablemente en los húmedos, sin llegar a tener la resistencia a la humedad como el zacate Pará. Debe su nombre a Sir Cecil Rhodes, principal difusor de las grandes ventajas y su propagación. En esta planta perenne alcanza de 1 a 1.20 m. de altura, tiene su tallo delgado y apetitoso, así como sus hojas siendo su espiga de las llamadas patas de gallo debido a su ramificación en un solo punto, formando de 8 a 9 espiguillas.

Es una planta de corte o siega y también lo es de pastoreo o engorda, en tierras regulares puede sostener de 2 a 3 animales de ganado mayor por hectárea. Se siembra al voleo a razón de 10 a 15 kg. por hectárea, ó bien en líneas o surcos separados de 75 a 100 cm. de distancia, siendo la última más ventajosa cuando se requiere cosechar semilla, en virtud de que ésta dá más rendimiento que la anterior.

Con respecto a los suelos, crece en gran variedad, ya sea humíferos arcillosos, perjudicándole los arenosos, proporcionando en ellos rendimientos bajos. Durante el primer año la planta se desarrolla mucho, pudiéndose obtener hasta 5 cortes, los que se hacen cuando principia a espigar, ya --

que es el preciso momento en que la planta tiene su mayor --  
valor nutritivo; después del último corte conviene un riego--  
para evitar que la planta se hiele.

También esta planta se reproduce por retoños, haciéndose--  
se la plantación de éstos en hileras; ésta reproducción se --  
efectúa en otoño, obteniéndose buenos resultados. Debido a--  
que resiste a la sequía es factible cultivarla en muchas zo--  
nas del país. No desarrolla rizomas, lo que permite suspen--  
der su desarrollo en el momento en que se desee, radicando--  
su valor en su resistencia a la sequía, excelente forraje --  
muy nutritivo, ser planta perenne, resistir al pastoreo, ---  
fácil propagación por retoños, domina a las plantas nocivas,  
se adapta a los suelos alcalinos, se adapta a toda clase de  
terreno, pero en los ricos y profundos adquiere mejor sabor.

Su riqueza en elementos nutritivos es la siguiente:(13)

VERDE	%	HERNO	%
Proteína Cruda	1.8	Proteína Cruda	5.7
Grasa Cruda	0.4	Grasa Cruda	1.3
Fibra Cruda	9.5	Fibra Cruda	31.7
E.L.N.	10.0	E.L.N.	41.8
Cenizas	2.8	Cenizas	8.5

Setaria macrostachya.. (Pajita tempranera).- Es un zacate--  
perenne densamente amacollado de 40 a 120 cms. de altura, --  
hojas aplanadas o ligeramente involutadas raramente pubescen

tes de 15 a 40 cms. de largo y 1 cm. de ancho. Panícula espe-  
ciforme de 10 a 25 cms. de largo y 1 cm. de ancho con cerdas  
de 10 a 15 mms. de largo que nacen debajo de la base de cada  
espiguilla. Las espiguillas miden de 2 a 2.5 mm. de largo -  
de consistencia dura.

Distribución.- Se le encuentra en el pastizal amacollado,  
en lomerios pedregosos y a veces en suelos arenosos. Resisten-  
te a la sequía, es común encontrarlo en el pastizal mediano -  
micrófilo donde es un importante componente de estrato de gra-  
mineas en este tipo vegetativo.

Valor Forrajero.- El zacate temprano tiene gran acep-  
tación por todas las especies animales en pastoreo. Inicia -  
su crecimiento más temprano que las otras especies de zacates.  
Cuando está verde tiene un contenido de Proteína cruda de --  
8.5 a 10.2% y de fósforo de 0.05 a 0.06; en estado seco la --  
Proteína cruda baja a 6.0% y el fósforo a 0.04%. ( 5 )

Papophorum bicolor (Barbón bicolor).- Zacate nativo, --  
perenne, amacollado, que alcanza alturas de 30 a 80 centíme--  
tros aproximadamente se le halla en tierras planas bajas, --  
especialmente de la región norte y noreste del país, algunas-  
veces en asociación con especies de Andropógon. Zacate semi-  
áspero que puede constituir buen forraje especialmente cuan--  
do está tierno. (8)

Tridens albescens (Tridente Agrio).- Zacate nativo, ---  
perenne, amacollado, que crece de 30 a 80 cms. de alto. Se-

le halla en planicies altas y laderas de la parte norte del país. Muchas veces se asocia con especies de los géneros Andropógon, Koelería y Panicum en las planicies bajas. Este zacate produce buen forraje especialmente cuando es joven; sin embargo no es muy abundante. (8)

Trichloris plurifloris.- Zacate perenne, nativo y de período de crecimiento en la estación caliente; erecto, amcollado, con una altura de 50 a 100 cms., hojas de 5 a 10 mm. de ancho, plana, con la nervadura central vigorosa, vaina abierta y corta, la lígula por pocos pelos cortos; los nudos de la base engrosados.

La inflorescencia es una panícula racimosa, los racimos de 7 a 15 cms. de longitud; de 3 a 5 flósculos por espiguilla, comunmente 4, la lema fértil de 4 mm. de longitud. Los otros más cortos; la arista central de 5 a 15 mm. los laterales más cortos.

Inician su crecimiento tarde en la primavera y continúa en el verano si las condiciones de humedad son adecuadas. Puede producir varias veces semilla en la estación de crecimiento. El sistema radicular es fibroso y superficial.

Debido a que no es muy palatable y al alto grado de asemillamiento, puede soportar una carga animal fuerte. El punto de crecimiento se encuentra de 7 a 10 cms. de altura.

Adaptación.- El suelo óptimo es el areno-limoso pero -

puede crecer en suelos pesados.

Uso y Manejo.- Este zacate es pastoreado por bovinos - y ocasionalmente por venados. Los pájaros se comen bien la-semilla.

Si es pastoreado todo el verano este zacate decrece (vigor); período de pastoreo diferido de 60 a 70 días (descanso) anula, durante la primavera y verano, son necesarios para -- mantener plantas vigorosas. ( 8 )

## MATERIALES Y METODOS

La presente prueba se llevó a cabo en la Unidad de Digestibilidad "In Vitro", ubicada en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., comprendió del 27 de marzo al 12 de junio de 1977.

Dicha prueba consistió en la predicción del valor nutritivo de 12 diferentes zacates en estado seco; los cuales fueron:

Setaria macrostachya, Sporobolus pyramidatus, Aristida-spp. Trichloris plurifloris, Chloris spp. Aristida longiseta, Chloris gayana, Tridens albescens, Bouteloua curtispindula, - Sporobolus airoides, Papophorum bicolor y Stipa leucotricha, recolectados de los campos experimentales situados en San José, Mpio. de Villa de García y de Marín, N. L., ambos pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

Los zacates fueron cortados a mano, al ras del suelo y en estado seco en el mes de marzo. Fueron expuestos al medio ambiente para que perdieran humedad; posteriormente fueron cortados en trozos pequeños y molidos en un molino Wiley, pasados por una malla de 1 mm. haciendo una mezcla uniforme de cada uno; para luego ser envasados y etiquetados, de donde se tomaron las muestras para hacer las determinaciones -- por duplicado.

El valor nutritivo de los distintos zacates se obtuvo por medio de pruebas de Digestibilidad "In Vitro" para la materia seca, según las técnicas de Goering y Van Soest. (15) El líquido ruminal utilizado para las determinaciones de Digestibilidad de Materia Seca "In Vitro", se obtuvo de reses de agostadero matados en el rastro municipal de Monterrey, N. L.

Para predecir el valor nutritivo de los zacates fueron usadas también las técnicas de Van Soest (28,29) para el análisis químico de forrajes usando detergentes para las fracciones químicas Fibra Acido Detergente (FAD), Fibra Detergente-Neutro (FDN), Cenizas Insolubles en Detergente Acido (CIA), y Contenido Celular (C.C.).

Se llevó a cabo también el Análisis Bromatológico de los diferentes zacates en cuestión.

El Análisis Estadístico fué por medio de Análisis de Varianza con diseño Completamente al Azar, para determinar si existía diferencia significativa entre los diferentes zacates para Digestibilidad y posteriormente se compararon las medias por la Prueba de Duncan, para determinar que zacates eran los que presentaban mejor índice de Digestibilidad.

Además se obtuvieron correlaciones entre Digestibilidad de la Materia Seca y las otras fracciones químicas (Fibra Acido Detergente, Fibra Detergente Neutro, Contenido Celular, Lignina, Sílice, Proteína Cruda etc.), así como un Análisis

de Regresión Múltiple con entrada de variables independientes por pasos, para saber hasta que grado se podría predecir el índice de Digestibilidad; usando como variables independientes las fracciones químicas antes mencionadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en la presente prueba, se muestran en el siguiente orden: Coeficientes de Digestibilidad - para Materia Seca, Fibra Detergente Neutro, Contenido Celular, Celulosa, Hemicelulosa y Proetefina Cruda (Tabla 3).

Se hace uso de Tablas y figuras para su mejor interpretación.

TABLA 3.- Coeficientes de Digestibilidad y Porcentajes de otras fracciones químicas -  
 en la prueba de digestibilidad de doce diferentes zacates. 1977

Nombre científico del zacate	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	DMSIV	FDA	Lignina	C.I.A	SiO <sub>2</sub>	F.D.N.	C.C.	Hem.	P.C.	1/	
1.- <u>Setaria macrostachya</u>	17.43	58.15	14.53	40.08	3.54	3.31	77.615	22.3	19.4	4.05	
2.- <u>Sporobolus pyramidatus</u>	38.22	45.04	9.62	30.90	4.51	4.30	72.20	27.7	27.1	5.18	
3.- <u>Aristida spp</u>	42.41	61.94	12.21	42.49	7.23	5.48	73.73	26.2	11.7	5.54	
4.- <u>Trichloris pluriflora</u>	38.57	50.89	11.75	36.01	3.13	3.04	74.57	25.4	23.6	5.18	
5.- <u>Chloris spp</u>	31.88	49.42	13.84	30.96	4.62	4.09	75.32	25.0	25.5	6.26	
6.- <u>Chloris gayana</u>	63.71	39.42	6.95	28.97	3.49	3.26	66.76	33.2	27.3	3.33	
7.- <u>Tridens albescens</u>	37.55	46.78	8.33	35.84	2.61	2.52	73.91	26.0	27.1	5.49	
8.- <u>Aristida longiseta</u>	35.01	45.69	8.17	31.26	6.25	6.17	73.23	26.7	27.5	4.77	
9.- <u>Bouteloua curtipendula</u>	65.88	38.38	6.52	22.53	9.32	8.78	67.33	32.6	28.9	8.06	
10.- <u>Sporobolus airoides</u>	66.34	35.70	7.40	22.59	5.71	3.03	66.91	33.0	31.2	7.39	
11.- <u>Papophorum bicolor</u>	52.90	39.11	7.07	27.00	5.04	3.16	69.60	30.3	30.4	4.68	
12.- <u>Stipa leucotricha</u>	65.21	48.10	11.38	30.38	6.33	5.99	65.52	34.4	17.4	6.84	

1/ DMSIV: Digestibilidad de Materia Seca in vitro, FDA: Fibra Detergente Acido, C.I.A.; -  
 Cenizas Insolubles en Detergente Acido, F.D.N.; Fibra Detergente Neutro, C.C.-  
 Contenido Celular. Hem.: Hemicelulosa, PC.: Protefna Cruda, SiO<sub>2</sub> Sílice.

La Tabla 4 muestra el Análisis de Varianza para los coeficientes de Digestibilidad de Materia Seca.

TABLA 4.- Análisis de Varianza de los Coeficientes de Digestibilidad de Materia Seca, de 12 diferentes zacates. 1977

FUENTES DE VARIACION	G.L.	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.	F TEORICA	
					.05	.01
Tratamientos	11	5,749.65	522.69	11.69**	4.22	2.72
Error	12	536.45	44.70			
Total Corregido	23	6,286.10				

\*\* Altamente Significativo

C.V. = 14.45

Se observa que la "F" calculada es mayor que la "F" teórica, es decir que existe una Diferencia Altamente Significativa entre los Coeficientes de Digestibilidad.

La comparación de Medias para los Coeficientes de Digestibilidad de Materia Seca se muestran en la Tabla 5.

Para dicha comparación se procedió a enumerarlos por claves (Nº de pasto), siendo este el siguiente:

Clave: Nº 10 <u>Sporobolus airoides</u>	Nº 4 <u>Trichloris pluriflora</u>
9 <u>Bouteloua curtipendula</u>	2 <u>Sporobolus pyramidatus</u>
12 <u>Stipa leucotricha</u>	7 <u>Tridens albescens</u>
6 <u>Chloris gayana</u>	8 <u>Aristida longiseta</u>
11 <u>Papophorum bicolor</u>	5 <u>Chloris spp</u>
3 <u>Aristida spp</u>	1 <u>Setaria macrostachya</u>

TABLA 5.- Comparación de Medias por la Prueba de Duncan para los Coeficientes de Digestibilidad de Materia Seca, de 12 diferentes zacates. 1977

PASTO Nº	MEDIA	.05	.01
10	66.34		
9	65.88		
12	65.21		
6	63.71		
11	52.90		
3	42.41		
4	38.57		
2	38.22		
7	37.55		
8	35.01		
5	31.88		
1	17.43		

En las comparaciones de las Medias de los Coeficientes de Digestibilidad de Materia Seca, se observa que los Coeficientes de los zacates con clave 10, 9, 12, 6 y 11 fueron -- iguales estadísticamente (en ambos niveles de probabilidad) -- y superiores a todos los demás.

Se efectuó el Análisis de Correlación simple para los -- Coeficientes de Digestibilidad y fracciones químicas y entre fracciones, las cuales se observan en la Tabla 6.

TABLA 6.- Valores de Correlación entre la Digestibilidad de Materia Seca "in vitro" - (DMSIV) y fracciones químicas y entre las fracciones de los 12 diferentes - zacates. 1977

VARIABLE	F.D.A.	Lignina	Celulosa	C.I.A.	SiO <sub>2</sub>	P.C.	Hem.	C.C.	F.D.N.
DMSIV	-.60573**	-.61314**	-.56144**	.32018	.2664	.37673	.21811	.88588**	-.88518**
F.D.N.	.68126**	.60902**	.65894**	-.33354	-.28584	-.39358	-.25871	-.99932**	
C.C.	-.68368**	-.60372**	-.66550**	.33724	.28806	.39387	.26157		
Hem.	-.87527**	-.59405**	-.78050**	-.01944	-.15755	.07364			
P.C.	-.24629	-.12266	-.39317	.44863*	.46342*				
SiO <sub>2</sub>	-.02231	-.11589	-.24293	.79465**					
C.I.A.	-.14721	-.15570	-.44496*						
Celulosa	.90522**	.53549**							
Lignina	.77538**								

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

$$n = 24 \quad r^{.05} = .404 \quad r^{.01} = .515$$

(22)                      (22)

Se observa que la Digestibilidad de Materia Seca, presenta una correlación negativa y altamente significativa con las fracciones químicas F.D.A., Lignina, Celulosa y F.D.N.

Asimismo la Digestibilidad de Materia Seca está correlacionada positivamente y altamente significativa con Contenido Celular.

La Digestibilidad de Materia Seca no está correlacionada con C.I.A.,  $\text{SiO}_2$ , Hemicelulosa y Proteína Cruda.

El aumento en los componentes va generalmente unido a una disminución de la Digestibilidad, al ser confirmado por los Coeficientes de Correlación negativo entre los diferentes constituyentes dados.

Por lo anterior se puede deducir que los constituyentes que más afectaron a la Digestibilidad de la Materia Seca de estos pastos fueron la Lignina y Celulosa, componentes más abundantes de los constituyentes de las paredes celulares -- (F.D.N.); los cuales como se puede observar, tuvieron grados relativamente altos de asociación al obtener valores de "r" de .60902 y de .65894 para F.D.N. -Lignina y F.D.N -Celulosa, respectivamente.

También se puede observar que los valores de Hemicelulosa, Sílice y C.I.A. aunque no fueron significativos, no presentaron correlaciones negativas como sería de esperarse --- para dichas fracciones químicas. O sea que en dado caso, --

estas fracciones no afectan la Digestibilidad, esto puede deberse en lo que se refiere a la Hemicelulosa, que ésta no estaba muy lignificada, en cuanto al Sílice, es probable que no afectara debido a que no fueron muy altos sus niveles, de --- acuerdo a lo mencionado por Van Soest. (30)

Van Soest y Wine (28), encontraron que la Digestibilidad de Hemicelulosa y Celulosa de los rumiantes está asociada negativamente con la cantidad de Lignina y Oxidos de Silicio -- presentes en la fracción de los Constituyentes de las Paredes Celulares. En este estudio se encontraron correlaciones negativas altamente significativas entre Digestibilidad de Materia Seca y Lignina, Celulosa.

El Análisis de Regresión Múltiple (Tabla 7), consistió - en tratar de predecir la Digestibilidad de la Materia Seca, - por medio de la determinación de las otras fracciones químicas de las plantas, las cuales junto con Coeficientes y Constantes formaría una ecuación estimativa de la Digestibilidad sin necesidad de llevar el proceso completo de fermentación - "In Vitro".

El grado de entrada de variables independientes a la --- ecuación de regresión está dado por los valores de correlaciones parciales.

Se determinaron varias ecuaciones de regresión usando -- Digestibilidad de Materia Seca como variable dependiente, tra

tando de encontrar qué grupos de constituyentes y en qué -- combinación daban la mejor aproximación de la Digestibilidad.

TABLA 7.- Análisis de Regresión Múltiple con entrada de variables independientes por pasos para predecir la Digestibilidad de 12 diferentes zacates. 1977

VARIABLE	E C U A C I O N D E	R E G R E S I O N
$X_6 = \text{F.D.N.}$	$Y = 306.88 - 3.65 X_6$	$R^2 = .78355$
$X_2 = \text{Lignina}$	$Y = 292.12 - .646x_2 - 3.35X_6$	$R^2 = .79226$
$X_1 = \text{F.D.A.}$	$Y = 296.08 + .248X_1 - 1.02X_2 - 3.52X_6$	$R^2 = .79700$
Y = Digestibilidad de la Materia Seca.		

La primera variable introducida en la ecuación fué F.D.N. la que obtuvo el mayor grado de correlación con la Digestibilidad de la Materia Seca, seguida de la Lignina y de F.D.A.

Todos los demás factores tuvieron valores de correlación parcial bajos y no significativos por lo cual no fueron introducidos en la ecuación.

La adición tanto de Lignina como de F.D.A. hicieron poco para mejorar el valor de  $R^2$ , por lo cual puede considerarse que F.D.N., contribuye principalmente a la predicción de la Digestibilidad de Materia Seca "In Vitro", de los zacates -- aquí estudiados, ya que obtuvo un valor de  $R^2 = .78355$ ; o sea que explica en un 78.3% la Digestibilidad de la Materia Seca.

Campbell y Dotzenko (6) evaluaron la calidad forrajera de 10 pastizales irrigados y desarrollaron ecuaciones de regresión similares, para predecir la Digestibilidad "In Vitro". Ellos encontraron que la Digestibilidad estaba más estrechamente correlacionada con los factores Constituyentes de la Pared Celular, Tiempo de Cosecha, y Hemicelulosa; atribuyendo la mayor parte del aumento de la correlación a los Constituyentes de la Pared Celular.

La Figura 1 muestra los Coeficientes de Digestibilidad y los Porcentajes de Fibra Detergente Neutro

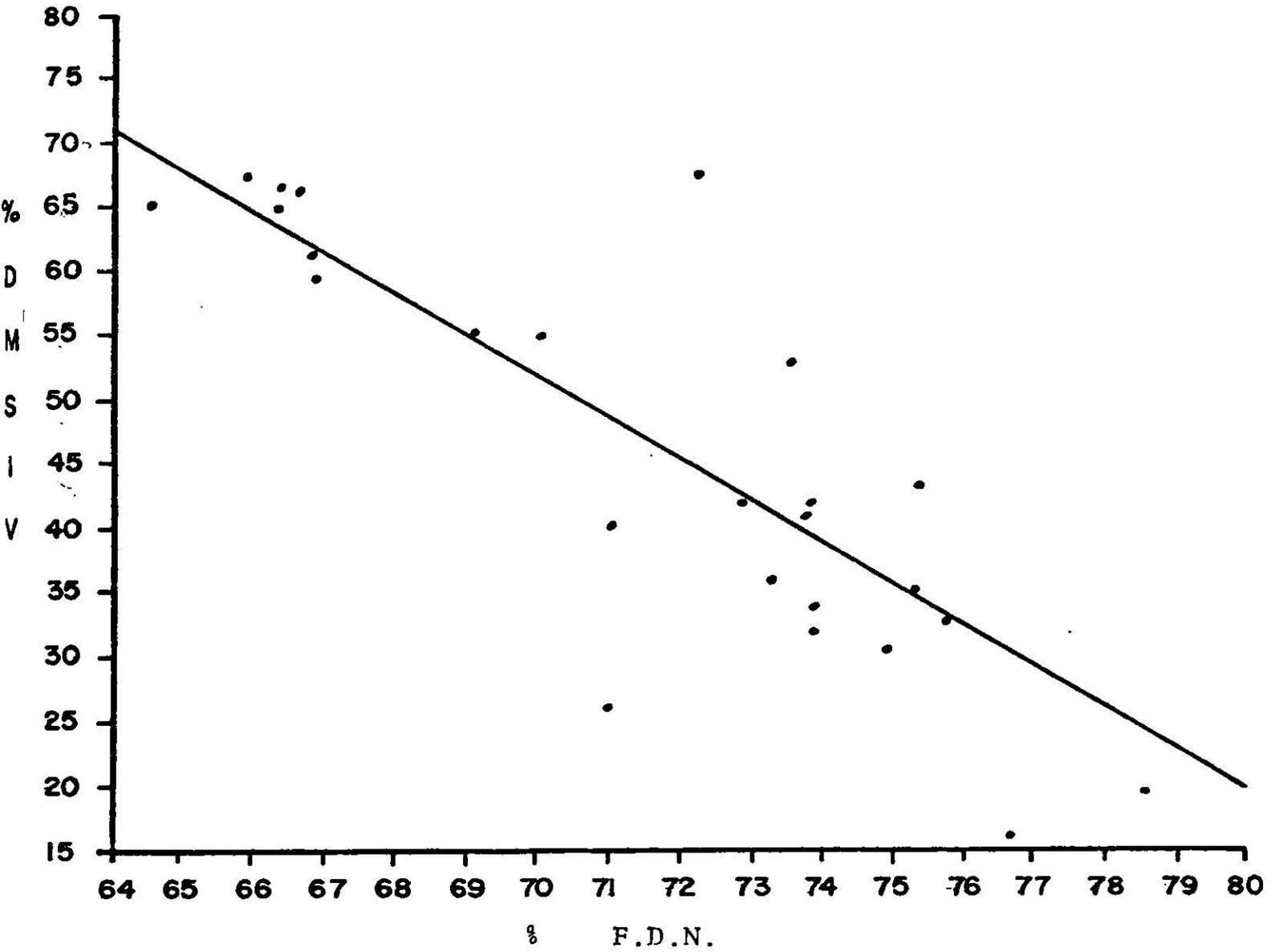


FIGURA 1.- Coeficientes de Digestibilidad y % de F.D.N. en la Prueba de Digestibilidad de 12 zacates diferentes. 1977

La Figura anterior nos muestra que los valores de Digestibilidad de Materia Seca "in vitro" y de Fibra Detergente -- Neutro, están correlacionados negativamente, donde el valor de  $r = -.88518$

Johnson William et al (18) al estudiar la Digestibilidad In Vitro y Composición química de algunos subproductos agrícolas fibrosos, encontraron una correlación entre el % de Constituyentes de la Pared Celular y la Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca de  $r = -0.84$ , pudiéndose predecir la Digestibilidad In Vitro mediante una ecuación sumativa, con igual precisión ( $R^2 = 0.69$ ), utilizando Constituyentes de la Pared Celular o empleando un modelo de regresión lineal múltiple -- con la Celulosa, Hemicelulosa y Lignina.

El Análisis Bromatológico para cada uno de los zacates se presentan en la Tabla 8

TABLA 8.- Análisis Bromatológico de los 12 diferentes zacates. 1977

PASTO	M.S.	H.	E.E.	F.C.	CHO	Cenizas	Ca.	P <sup>1/</sup>
<u>Setaria macrostachya</u>	94.3	5.6	7.9	47.7	3.2	5.25	1.5	1.3
<u>Sporobolus pyramidatus</u>	93.7	6.2	23.7	37.5	3.3	7.10	3.8	.22
<u>Aristida</u> spp	+	+	21.4	39.8	7.4	+	+	+
<u>Trichloris pluriflora</u>	93.2	6.7	19.8	40.7	3.2	5.76	1.1	.13
<u>Chloris</u> spp	95.6	4.3	16.7	58.3	2.4	7.11	2.6	.28
<u>Chloris gayana</u>	92.7	7.3	34.6	27.8	10.7	9.95	2.3	.13
<u>Tridens albescens</u>	93.9	6.0	29.5	38.0	4.8	6.13	2.7	.18
<u>Aristida longiseta</u>	+	+	23.3	43.5	2.5	8.42	2.1	.11
<u>Bouteloua curtipendula</u>	93.9	6.0	39.7	31.1	2.7	13.58	2.2	.11
<u>Sporobolus airoides</u>	93.3	6.6	35.2	24.5	8.5	11.99	3.0	.34
<u>Papophorum bicolor</u>	93.7	6.2	27.0	34.3	7.6	5.3	2.2	.11
<u>Stipa leucotricha</u>	94.0	5.9	38.9	36.5	6.6	11.79	3.8	.16

1/ M.S.= Materia Seca, H = Humedad, E.E.= Extracto Etéreo, F.C.= Fibra Cruda, CHO = Carbohidratos, Ca= Calcio, P= Fósforo.

+ Muestras no representativas

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en la presente prueba y de acuerdo con los objetivos del mismo, se puede concluir lo siguiente:

- 1.- De los Análisis Estadísticos llevados a cabo, se concluye que los pastos que presentaron mejor Digestibilidad "In Vitro" de la Materia Seca fueron: Sporobolus airoides, Boutelouoa curtipendula, Stipa leucotricha, Chloris gayana y Papophorum bicolor.
- 2.- Los pastos que tuvieron los más bajos coeficientes de Digestibilidad de Materia Seca fueron: Chloris spp y Setaria macrostachya.
- 3.- La fracción química que pronosticó mejor la Digestibilidad de la Materia Seca "In Vitro" por medio de la ecuación de regresión, fué la F.D.N. (ó Constituyentes de la Pared Celular), resultando superior a la Lignina y a F.D.A.
- 4.- Considerando los resultados, se recomienda continuar con las investigaciones sobre Digestibilidad "In Vitro" principalmente con los pastos que mostraron más alto % de Digestibilidad y asimismo obtener su rendimiento, gustocidad al ganado; en diferentes etapas de desarrollo.
- 5.- Se recomienda aumentar el número de observaciones en las pruebas.

## R E S U M E N

El objetivo principal de la presente prueba fué el de --  
determinar el valor nutritivo de 12 diferentes zacates en es-  
tado seco, por medio de pruebas de Digestibilidad "In Vitro"-  
de la Materia Seca y del uso de detergentes para determinar -  
el contenido de los Constituyentes de la Pared Celular.

Los zacates fueron los siguientes: Setaria macrostachya  
Sporobolus airoides, Aristida spp, Trichloris pluriflora, ---  
Chloris spp, Chloris gayana, Tridens albescens, Aristida lon-  
giseta, Bouteloua curtipendula, Sporobolus pyramidatus, ----  
Papophorum bicolor y Stipa leucotricha.

Las muestras fueron recolectadas de los Campos Experimentales  
de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., situados en  
San José, Mpio. de Villa de García y Marín, N. L.

La realización se llevó a cabo en la Unidad de Digestibilidad  
"In Vitro" ubicada en el Laboratorio de Bromatología de  
la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L, en los meses de marzo  
a junio de 1977.

Los coeficientes de Digestibilidad de la Materia Seca al  
ser analizados por medio de un diseño estadístico Completamente  
al Azar, mostraron diferencias altamente significativas; -  
obteniendo un Coeficiente de Variación de 14.45.

Los resultados hacen llegar a la conclusión de que los -

pastos: Sporobolus airoides, Bouteloua curtipendula, Stipa leucotricha, Chloris gayana y Papophorum bicolor, tuvieron mayor digestibilidad que los demás en estado seco, y se encontró también que los pastos que presentaron más baja digestibilidad fueron: Setaria macrostachya y Chloris spp.

Por otra parte, la fracción química que pronosticó --- mejor la Digestibilidad de la Materia Seca por medio de la ecuación de regresión, fué la F.D.N., alcanzando un valor de  $R^2 = .78$

Considerando las conclusiones anteriores, se recomienda se continúe con las investigaciones sobre Digestibilidad "In Vitro", sobre todo con los pastos que mostraron más alto % de Digestibilidad y aumentar el número de observaciones en las pruebas.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- ALBA, JORGE DE. 1971. "Alimentación del Ganado en América Latina", 2a. Edición. Editorial Fournier, S.A. pp. 56-54, 159
- 2.- ANNISON, E.F. y LEWIS OYFED, M.A. 1966. El Metabolismo del Rumen, Traducción al español por el Dr. Manuel Chavarría, Ch. Editorial U.T. E.H.A. pp. 1-7
- 3.- BATERMAN, JOHNY, 1970. "Nutrición Animal", Manual de Métodos Analíticos.  
pp. 271, 281, 404, 406, 414, 449
- 4.- BLAXTER, K.L. 1964. Metabolismo Energético de los Rumiantes. Traducción al español por el Dr. -- Gaspar González, Editorial Acribia, Zaragoza (España), pp. 179
- 5.- BOLETIN DE INFORMACION TECNICA, Marzo-Abril, Septiembre, Octubre 1972. Rancho Experimental La Campana. I.N.I.P.- S.A.G. y Banco Agropecuario del Norte. Vol. III-2 y Vol. III-5
- 6.- CAMPBELL, I.S. y DOTZENKO A.D. 1975. "Evaluación de la Calidad Forrajera de los Pastizales". -- Selecciones del Journal of Range Management. Vol. IV N° 3 pp 295-301 S.A.G.-México Programa Nacional del Mejoramiento de Pastizales.

- 7.- CRAMPTON, E.W. 1962. Nutrición Animal Aplicada. Traducción de A. Marcos Barrad y M. Abad Gavin, Ed. Acribia, Zaragoza (España) pp. 45-48
- 8.- CUEVAS RIOS, A. 1975. Apuntes de Agrostología. Esc. de Agricultura y Ganadería, I.T.E.S.M. Monterrey, N. L., México. pp. 30-38
- 9.- CHURCH, D.C. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Rumiantes. Traducción al castellano por Pedro Ducar M. Editorial Acribia Zaragoza (España) Vol. I pp. 100-108, Vol. II, pp.16-17
- 10.- DEHORITY, B.A., JOHNSON, R.R. y CONRAD H. 1962. "Digestability of forage hemicellulose and Pecting by Rumen Bacteria in vitro and the effect by of lignification. Theran. Jour Dairy Sci. 45: 508-512
- 11.- DIGGINS RONALD, V. y BOUNDY CLARENCE E. 1970. "Producción de Carne Bovina. Traducción al español por Angel Lozano, P. Compañía Editorial Continental, S.A. pp. 99-100-111-112
- 12.- DUKES, H.H., 1967. Fisiología de los Animales Domésticos Traducido al Castellano de la Séptima -- Edición en Inglés por Francisco Castrejón C. 3a. Edición. Editorial Aguilar, Madrid (España) pp. 277-299
- 13.- FLORES MENENDEZ, J.A. 1975. Bromatología Animal. Ed. Limusa, S.A. pp. 223-234

- 14.- FRAPS, G.S. 1947. The Composition and Utilization of --  
Texas feeding stuffs Texas Agr. Expt. --  
Sta. Bull. pp. 295
- 15.- GOERING, H.K. y VAN SOEST, P.J. 1972. "Forage Fiber Aná-  
lisis" (Apparatus, Reagents, Procedures-  
and Some Application). Agricultural Hand  
Book N° 379 Agricultural Research Servi-  
ce U.S. Departament of Agricultural  
pp. 1-20
- 16.- HUNGATE, R.E. 1966. The Rumen and. Its. Microbes Acade-  
mic Press. New York. pp.5
- 17.- JOHNSON, R.R. 1966. "Techniques and Procedures for "in-  
vitro" and "in vivo" Rumen Studies. Jour.  
Anim. Sci. 25 (4): 855-872
- 18.- JOHNSON WILLIAM, L. PEZO, DANILO y JUSTO, VICTOR. 1975.  
"Composición Química y Digestibilidad"--  
"in vitro" de algunos Subproductos Agríco-  
las Fibrosos. Asociación Latinoamericana  
de Producción Animal. Memoria. Vol. 10 -  
pp. 99-109
- 19.- KUMENO, F. DEHORITY B.A. y JOHNSON, R.R. 1967. Develop-  
ment of as "in vitro" Fermentation Techni-  
que for Estimating the Nutritive Value of  
High Energy Mixed Ration for Ruminants. --  
Jour. Anim. Sci. 26(4): 867-871
- 20.- MAYNARD, LEONARD A. 1968. Nutrición Animal. Traducción -  
adaptada a la 3a. Ed. en Inglés por Eduar-  
do Escalona. Editorial U.T.E.H.A. pp. 284

- 21.- MORRISON, F. 1961. Feed and Fedding Abridged Adapted --  
and Feeding, Novena Edición, Clinton ---  
(IOWA) the Morrison Publishing Co.  
pp, 25-29
- 22.- MORRISON, F.B. 1962. Compendio de Alimentación del Gana  
do. Traducción de José Luis de la Loma.  
Editorial U.T.E.H.A. pp. 32
- 23.- SWIFF, R.V. 1952. Further Determinación of the nutriti-  
ve values of forages Jour. Anim. Sci.  
11:398
- 24.- TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. 1963. "A Two-Stage Tech-  
nique for the in vitro" Digestion of --  
Forage Graps. Jorunal Britsh Society.  
18:104
- 25.- VAN SOEST, P.J. 1965. "Simposium on factor Influencing-  
the voluntary Intake of Herbage by Rumi-  
ants: Voluntary Intake in relationto ---  
Chemical Composition and Digestibility,-  
Jour. Anim. Sci. 24 (3): 834-843
- 26.- VAN SOEST, PJ. 1966. "Nonnutritive Residues: A System -  
of Analysis for the Replacement of Crude  
Fiber" Jour. Ass. Agric. Chem. 49 (3): -  
546-551
- 27.- VAN SOEST, P.J. WINE, R.H. and MOORE, L.A. 1966.  
Estimation of the True Digestibility of-  
Forage by the "in vitro". Digestion of -  
Cell-Walls In International Grassland --

Congres 10 th, Helsinki, Proceeding Helsinki Fenland. pp. 438

- 28.- VAN SOEST, P.J. and WINE, R.H. 1967, Use of Detergents-  
in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. --  
Determination of Plant Cell-Wall Consti-  
tuents. Jours. Ass. Off. Agric. Chem.  
50(1):50-55
- 29.- VAN SOEST, P.J. Y R .H. WINE. 1968. Determination of -  
Lignin and Cellulose in Acid Detergent-  
Fiber with Permanganate. J. Ass. Off. --  
Agric. Chem. 51(4): 780-785
- 30.- VAN SOEST, P.J. 1973. "Composition and Nutritive Value-  
of Forages en Heat Metcalfe, O.S. and --  
Barnes, R.F. (Eds.) Forages the IOWA --  
State University Press. pp. 53-63
- 31.- VIDAL ALFONSO A. 1970. Determinación de Fibra Bruta y -  
Lignina en plantas de Vicia sativa, Vi--  
cia villosa y Vicia disperma. Revista de  
la Facultad de Agronomía, La Plata. Pro-  
vincia de Buenos Aires (Argentina) Tomo-  
XLVII pp. 76-80
- 32.- VOISIN, A. 1963. Productividad de la Hierba. Traducida-  
por Carlos Luis de la Cuenca. Editorial-  
Tecnos. S.A. Madrid (España) pp. 166-170
- 33.- YODER, R.D. et al 1966. Influence of Rumen Protozoa and  
Bacteria upon Cellulose Digestion "in --  
vitro". Jour. Anim. Sci. 25(3): 609-612

