

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



EFFECTO DE LA EDAD, ESTACION DE CORTE Y FERTILIZACION SOBRE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE LA MATERIA SECA DEL PASTO NATIVO (Paspalum spp / Axonopus spp) Y BERMUDA CRUZA 1 (Cynodon dactylon x Cynodon nlemfuensis).

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A:

ANTONIO RIVERA MORA

Asesor de tesis: M.V.Z. Humberto Troncoso A.
M.V.Z. Pedro Ochoa G.

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	PAG.
Dedicatoria	I
Agradecimientos	III
Lista de Cuadros	V
Lista de Figuras	VII
I.- RESUMEN	VIII
II.- INTRODUCCION	1
III.- OBJETIVOS	3
IV.- REVISION BIBLIOGRAFICA	
IV.1.- Importancia del Desarrollo de la Ganaderia Tropical ..	4
IV.2.- Importancia del Cultivo de los Pastos Tropicales	8
IV.3.- Valor Nutritivo de los Pastos Tropicales	9
IV.4.- Métodos para Medir la Digestibilidad	12
IV.5.- Factores que Afectan la Digestibilidad	16
V.- MATERIAL Y METODOS	
V.1.- Localización	28
V.2.- Material	31
V.3.- Método	33
V.4.- Modelo Estadfstico	38
VI.- RESULTADOS	40
VII.- DISCUSION	50
VIII.- CONCLUSIONES	60
IX.- BIBLIOGRAFIA	B-1

LISTA DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1.-	Porcentajes aproximados, Km ² y hectáreas del territorio nacional para cada una de las regiones ecológicas	5
2.-	Aportación de la región tropical en el inventario nacional, totales estimados y porcentajes del total nacional.	6
3.-	Envío comparativo de carne refrigerada procedente de empacadoras, al Distrito Federal y número sacrificado en Ferrería en los mismos años	7
4.-	Temperatura media y precipitación pluvial de 1981	29
5.-	Tratamientos aplicados al Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>)	32
6.-	Tratamientos aplicados al Pasto Bermuda Cruza I (<u>Cynodon dactylon</u> X <u>Cynodon niemfuensis</u>)	33
7.-	Resultados de digestibilidad "in vitro" y tratamientos aplicados al Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>).	42
8.-	Resultados de digestibilidad "in vitro" y tratamientos aplicados al Pasto Bermuda Cruza I (<u>Cynodon dactylon</u> X <u>Cynodon niemfuensis</u>)	43
9.-	Análisis de variancia para determinar el efecto de edad sobre la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo - - (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>)	44

CUADRO	PAG.
10.- Análisis de variancia para determinar el efecto de esta ción de corte sobre la digestibilidad "In vitro" del - Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>)	45
11.- Análisis de variancia para determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad "In - vitro" del Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>) .	46
12.- Prueba de la diferencia mínima significativa (D.M.S. para el Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>)	54
13.- Análisis de variancia para determinar el efecto de la fertilización fosfatada sobre la digestibilidad "In - vitro" del Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>).	55
14.- Análisis de variancia para determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad "in vitro" del Pasto Bermuda Cruza I (<u>Cynodon dactylon</u> X - <u>Cynodon niemfuensis</u>)	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAG.
1.- Precipitación y temperatura recabada en la estación del C.I.E.E.G.T. durante el año de 1981	30
2.- Comportamiento de la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>) a diferentes niveles de fertilización nitrogenada	47
3.- Efecto de la fertilización fosfatada sobre la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / - - <u>Axonopus spp</u>)	48
4.- Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad "in vitro" del Pasto Bermuda Cruzada (<u>Cynodon dactylon</u> X <u>Cynodon nlemfuensis</u>)	49
5.- Comportamiento promedio de la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo (<u>Paspalum spp</u> / <u>Axonopus spp</u>) a niveles promedio de fertilización nitrogenada	53

I.- RESUMEN

Se realizó un trabajo, con el objeto de estudiar el efecto de edad, estación de corte y fertilización nitrogenada y fosfatada, sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp), y observar el comportamiento de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Bermuda Cruza I (Cynodon dactylon X Cynodon niemfuensis), bajo fertilización nitrogenada. Este trabajo se desarrolló en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la F.M.V.Z. de la U.N.A.M., El material biológico fue proporcionados por el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (C.I.E.E.G.T.), de la F.M.V.Z. de la U.N.A.M. localizado en el Estado de Veracruz, en un clima tipo Af (m) (o). En el estudio de los parámetros del Pasto Nativo se emplearon 3 parcelas de 24 m² de superficie, 4 utilizadas como control y 27 experimentales, las cuales tuvieron 2 diferentes edades, 2 diferentes estaciones anuales, 6 niveles de fertilización nitrogenada y 4 fosfatadas. Para el Pasto Bermuda Cruza I se consideraron 10 parcelas; 1 testigo y 9 experimentales bajo una misma edad y estación de corte, con 10 diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Las determinaciones de digestibilidad "in vitro" de la materia seca fueron hechas, con la técnica propuesta por Tilley y Terry (1963) y modificada por Minson y McLeod (1972). Los resultados obtenidos mostraron una alta significancia ($p < .01$) de los parámetros edad y estación de corte, sobre la digestibilidad "in vitro", del Pasto Nativo, no pudiéndose establecer el grado de influencia de cada parámetro debido al efecto confundido de ambos. Las fertilizaciones nitrogenadas mostraron una alta significancia ($p < .01$) al incrementar la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo. En cambio, la fertilización fosfatada logró un incremento máximo de 71%.

cuando se utilizó una dosis de 100 Kg/Ha de P_2O_5 (Pentóxido de fósforo), provocando un decremento de hasta 65%, con una dosis de 350 Kg/Ha de P_2O_5 . La digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Bermuda Cruza 1, se incrementó con el uso de nitrógeno como fertilizante. La técnica propuesta por Tilley y Terry (1963) y modificada por Minson y McLeod (1972), empleada en este trabajo mostró ser práctica y confiable, para realizar determinaciones de digestibilidad "in vitro" en pastos tropicales.

II.- INTRODUCCION

México cuenta con grandes recursos para el desarrollo de una buena ganadería, pero a pesar de este hecho la eficiencia productiva es baja, debido en gran parte al bajo índice de tecnificación en las explotaciones pecuarias.

Una de las áreas ecológicas más descuidadas y con mayor potencial productivo es sin duda la tropical. La gran necesidad de satisfacer la demanda de proteína de origen animal al más bajo costo posible, ha hecho volver los ojos al trópico y ahora más que nunca aprovechar sus recursos. Para elevar la producción bovina tanto de carne como de leche sin elevar los costos de producción, se hace necesario aumentar la cantidad y calidad de los forrajes, los cuales constituyen la fuente más barata de alimentación para los rumiantes.

Aproximadamente 70 millones de hectáreas, que representan el 35% de la superficie total del país, está ocupada por pastizales, entre pastos nativos, praderas tropicales, de temporal, así como de riego (20). Sin embargo, la superficie total apta para la actividad ganadera es mucho mayor. El problema de los pastos tropicales son sin duda sus condiciones ecológicas, climáticas y edafológicas principalmente, las cuales repercuten en las características de desarrollo y productividad de los forrajes, que al tener un crecimiento acelerado, modifican con la misma rapidez su composición química, digestibilidad y tasa de consumo; parámetros que en conjunto representan la calidad de los forrajes. La necesidad de mejorar esta calidad sin afectar su productividad es la meta de las investigaciones realizadas en este campo.

Para tal efecto se realizan estudios de fitomejoramiento en los que se busca mediante la adaptación de nuevas especies y la formación de variedades, mejorar tanto productividad como calidad; estos estudios están acompañados de otros en

los que se investiga la respuesta a las fertilizaciones químicas como forma para inducir la máxima productividad. Se observa así mismo los cambios y los factores que provocan estos cambios en su calidad y productividad; tales como: condiciones climáticas, modificaciones fisiológicas y el manejo que el hombre haga de los forrajes en cuestión. Para apoyar tales estudios es necesario hacer evaluaciones tanto químicas, como biológicas. Una prueba biológica de gran ayuda y que bajo las condiciones propias de nuestro país, se cuenta con muy poca información, es la determinación de la digestibilidad de los pastos tropicales. La técnica "in vitro" a utilizar en este estudio es de reciente adopción y adaptación de éste Laboratorio de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M., y pretende contribuir a los estudios de mejoramiento de pastizales que para tal efecto está realizando el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, de Martínez de la Torre, Ver. Con los resultados obtenidos podemos determinar con mayor grado de confiabilidad la calidad de los forrajes y hacer una evaluación conjunta de los parámetros estudiados.

III.- OBJETIVOS

Por lo anteriormente expuesto, los objetivos del presente trabajo son:

- 1.- Observar el efecto del manejo de pastizales, considerando los parámetros: -
edad y estación de corte sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia se-
ca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp).
- 2.- Estudiar el efecto de las fertilizaciones químicas, principalmente nitrogena
das y fosfatadas a diferentes niveles sobre la digestibilidad "in vitro" de
la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp) y Bermuda -
Cruza I (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis).

IV.- REVISION BIBLIOGRAFICA

IV.1.- Importancia del Desarrollo de la Ganadería Tropical.

Mucho se ha escrito sobre el grave problema que representa para México la carencia de proteína de origen animal, y en nuestro país existe verdadera preocupación por el desequilibrio cada vez más marcado entre el crecimiento del producto nacional bruto y el incremento de la demanda interna; así tenemos que de 1970 a 1973 el producto nacional bruto creció a una tasa promedio anual de 6.1 %, el sector agropecuario crecía al 1.1 %; siendo este ritmo de expansión insuficiente para satisfacer una demanda interna del 4.5 % en promedio (2, 20, 68).

Con una población aproximada de 75 millones de habitantes, y una tasa de crecimiento de 3.2 % anual, es posible prever la gravedad de los problemas que causará el desbalance del crecimiento demográfico frente a tasas menos aceleradas del sector primario; por ejemplo, de 1975 a 1980 la población creció a un ritmo de 3.3 % anual, mientras que el sector primario lo hacía en un 1.6 %. Para subsanar éstos déficits nos hemos visto en la necesidad de hacer importaciones considerables de productos agropecuarios (2,20).

Entre los habitantes más necesitados, más pobres y con menos recursos tecnológicos se encuentran los que habitan en los trópicos y con raras excepciones, ser habitante de las zonas tropicales, es ser subdesarrollado. Aún cuando un gran porcentaje de la población total habite esas zonas, los recursos que a ellas se derivan no son suficientes. En el año de 1970 el 38.1 % de la población total censada se ubicaba en las zonas tropicales (2,20,68).

En el cuadro No. 1 se muestran los porcentajes, Km² y hectáreas para cada una de las regiones en que se clasifica al país.

CUADRO No. 1

Porcentajes aproximados, Km² y hectáreas del territorio nacional para cada una de las regiones ecológicas

Región	%	Km ²	Ha.
Arida y semiárida	40	790,692	79'069,267
Templada	10	197,623	19'762,316
Tropical húmeda	13	256,975	25'697,511
Tropical seca	12	237,207	23'726,780
Montañosa	25	494,182	49'418,292
	<u>100</u>	<u>1'976,679</u>	<u>197'674,166</u>

Fuente: Dirección General de Extensión Agrícola (1976), (20).

De este total, los trópicos húmedo y seco representan el 25 % de la superficie territorial. La importancia económica de la ganadería tropical estriba principalmente en que utilice áreas que no tienen utilidad para otras actividades. En todas las regiones productoras de carne, los índices de productividad son bajos y tienen cierta similitud de acuerdo a las condiciones climáticas que los originan, pero en los trópicos estos problemas se acentúan debido a las características de estas zonas. Aún en las condiciones inadecuadas de desarrollo, constituyen el principal proveedor de carne bovina para el consumo interno.

CUADRO No. 2

Aportación de la región tropical en el Inventario nacional, totales estimados y porcentajes del total nacional

Especies	Millones de cabezas	% del total nacional
Bovinos	8.3	30.2
Ovinos	0.9	10.9
Caprinos	0.9	8.9
Aves	24.3	17.8

Fuente: Dirección General de Extensión Agrícola (1976), (20).

El cuadro No. 2 muestra el significativo porcentaje del total de la población bovina con el cual el trópico contribuye. La verdadera participación de la ganadería en el proceso del desarrollo económico y social del país, se inicia a partir del sacrificio del ganado, pues en ese momento empieza a generar una diversidad de empleo, tales como el sacrificio mismo, la distribución y venta de carne, la industria de curtidería, industrialización de la sangre y vísceras para la alimentación animal.

El cuadro No. 3 señala que el envío de carne refrigerada a la ciudad capital, es definitivo para aliviar la gran demanda de carne (20).

CUADRO No. 3

Envío comparativo de carne refrigerada procedente de empacadoras, al Distrito Federal y número sacrificado en Ferrería en los mismos años.

	M I L E S				
	1970	1971	1972	1973	1974
Kg. de carne procedentes de empacadoras TIF+	12,911	11,444	16,968	45,169	60,887
Ferrería total de animales			222,652	147,788	127,797
TIF origen tropical	10,257	8,632	12,468	31,359	40,157
Ferrería animal del trópico			145,971	77,414	59,493

+ Tipo Inspección Federal

Fuente: Datos de la Dirección General de Extensión Agrícola y Rastro - Ferrería (1976), (20).

Se debe considerar además que el envío de carne refrigerada proveniente de los trópicos va en aumento y que muchos de los animales criados en esas zonas, se transportan a otros estados no tropicales para su finalización y de ahí son enviados al rastro sin dar a conocer su verdadero origen, con lo cual estas cifras serían mayores. Así tenemos que ganado criado en Colima se engorda en otros estados, también ganado criado en Baja California van a Mexicali, Chihuahua y Sonora, donde son engordados (20).

Considerando que bajo los sistemas de explotación y la tecnología ineficiente, la contribución de los trópicos en la producción animal es significativa y que además existe un alto grado de subutilización de los recursos naturales, es justificable y necesario el estímulo y la ayuda para producir y aumentar la producción. Los incrementos en la producción dependen y dependerán de la investigación realizada y en la medida en que se adquieran conocimientos, se descubrirán otros nuevos que ayuden a la realización de proyectos y la aplicación de una nueva tecnología. Una de las prioridades de investigación tropical, para la creación o transferencia tecnológica, la constituye sin lugar a dudas el mejoramiento de las praderas (58, 59).

IV.2.- Importancia del Cultivo de los Pastos Tropicales.

El cultivo de los pastos tropicales es la base fundamental para la producción animal por varias razones: es el alimento más barato en relación a costos de producción. Cuando su cultivo es óptimo, su productividad es suficiente para mantener en pastoreo hasta 5 unidades animal por hectárea ó 22,400 kg de materia seca por hectárea. Además su valor nutritivo es excelente, bajo un manejo racional y es ideal para conservarse ensilado o en forma de heno. La reproducción de los nuevos vástagos, mediante la formación de renuevos, implica una recuperación del pastizal. Los nuevos tejidos producidos durante el crecimiento nacen principalmente en la base de las hojas, donde es menos probable que sufran daños debido al corte o al pastoreo. Muchos pastos son perennes. Muchos pastos se propagan por medio de rizomas o estolones que forman con facilidad raíces adventicias y proporcionan una rápida cubierta del terreno. El sistema radicular une las partículas del suelo, formando un "césped o

carpeta" y hace aflorar a las capas superficiales nutrientes que se filtraron hasta el subsuelo por las fuertes lluvias (23,45).

IV.3.- Valor nutritivo de los pastos tropicales.

La calidad de los forrajes no debe ser considerada como un parámetro aislado, sino como un complejo de ellos (15), los cuales resultan difíciles de relacionar para poder interpretarlos de una manera significativa (74).

La productividad de un animal esté en función del valor nutritivo del alimento que consume; éste valor nutritivo está representado por su composición química, digestibilidad y la tasa de consumo principalmente; todos en conjunto representan la calidad de un alimento y si queremos evaluar éste, necesitamos interrelacionar en forma multidisciplinaria los resultados obtenidos (15,23,45,52).

La evaluación química es necesaria para conocer no solo la cantidad de nutrientes en el forraje, sino también el origen químico, ya que éste es uno de los principales determinantes de la disponibilidad nutritiva.

De los métodos para la evaluación de los forrajes, el del análisis químico proximal, también conocido como el método de Weende, desarrollado por Henneberg y Stohmann en 1860, sigue siendo aún el más empleado para todos los objetivos de estudios en nutrición animal y aún cuando cuenta con errores en la determinación y estimación de los compuestos químicos, sigue siendo el oficial de la A.O.A.C., (15,23).

Debido a los inconvenientes que presenta la determinación química de los forrajes por medio del análisis químico proximal, han habido numerosos

Intentos para separar de la fracción hidrocarbonada, las partes más - digestibles de las menos digestibles.

Crampton y Whiting en 1942, (citado por Chicco, 15), propusieron que la determinación de celulosa pudiera sustituir a la de la fibra cruda; y la celulosa junto con la lignina deberían de incluirse en los datos para - evaluar la composición química de un forraje. Sin embargo, el porcenta - je de celulosa no es de por sí un criterio de calidad, debido a que no es completamente digestible y ésta no se puede estimar mediante un sim - ple análisis de la misma; sin embargo, sí se podría estimar mediante la determinación combinada de celulosa y lignina.

En 1964, Van Soest (77) desarrolló un método para separar el contenido celular (azúcares, almidón, pectina, NNP, proteína, lípido y otros solu - bles) y pared celular (hemicelulosa, celulosa, lignina, nitrógeno ligni - ficado) utilizando detergentes. La disponibilidad nutritiva de los - constituyentes del contenido es alta, no así la de los constituyentes de la pared celular que difieren considerablemente, dependiendo de la espe - cie animal a que está destinado el alimento y de la especie y estado de madurez de la planta (14,15,29).

Cada uno de los métodos mencionados presenta ciertas limitaciones para la valoración química de los forrajes, el uso de los tres métodos nos da un mejor criterio para una valoración más confiable; sin embargo en la práctica presenta desventajas de tipo económico el uso rutinario de los 3 métodos.

La determinación de la digestibilidad es otro de los importantes pará - metros para evaluar la calidad de los forrajes. Esta se define como

la diferencia entre lo ingerido y lo excretado y que se supone digerido y absorbido, los resultados se expresan centesimalmente para su mejor interpretación (23).

Se ha intentado predecir la digestibilidad por medio de determinaciones en la composición química y correlacionarla con el consumo voluntario; sin embargo los resultados no han sido confiables (9,74,78,81).

Los factores que afectan la composición química, se pueden aplicar para los que afectan la digestibilidad y la tasa de consumo; el estudio de sus interrelaciones nos da un mejor criterio para la evaluación de los forrajes (21,29,52,60).

De nada sirve que un pasto tenga una excelente composición y una alta digestibilidad, si su consumo está limitado. Este consumo está afectado por una gran variedad de factores tales como los climáticos; estos representados por el calor, radiación solar, humedad relativa, etc. (61).

Los factores climáticos influyen sobre la madurez de los pastos y ésta sobre el consumo voluntario disminuyéndolo, como consecuencia del aumento en el contenido de fibra cruda (77,78).

La influencia de la palatabilidad sobre el consumo voluntario está bien demostrada y ésta a su vez estará afectada por la morfología, succulencia y contenido de alcaloides de los forrajes (60,61).

En rumiantes el consumo de forrajes de baja digestibilidad, está determinado por la capacidad física del retículo-rumen, mientras que en forrajes de alta digestibilidad está regulado fundamentalmente por el consumo de energía a través de mecanismos fisiológicos (60,78).

IV.4.- Métodos para medir la digestibilidad.

Existe una cantidad considerable de métodos que intentan medir y predecir la digestibilidad de los alimentos, estos métodos los dividimos en:

a).- Métodos "in vivo"

b).- Métodos "in vitro"

a).- Utilizando los métodos "in vivo" podemos medir la digestibilidad aparente y la digestibilidad verdadera de un alimento; para tales fines se utilizan las siguientes técnicas:

1).- Jaulas metabólicas (36)

2).- Bolsa de nylon (64)

3).- Indicadores externos e internos (19)

4).- Técnicas vivar (22,36)

b).- Mediante los métodos "in vitro" podemos determinar la digestibilidad verdadera de un forraje y por medio de una simple ecuación de regresión correlacionarla con los resultados obtenidos "in vivo" y predecir el consumo voluntario (40,56).

El estudio de la digestibilidad de los forrajes usando técnicas "in vitro" se remonta a los años 50's cuando Pigden y Bell en 1955, Baumgardt y Hill en 1956, (citado por Rufz, 1975), (65); iniciaron trabajos sobre la digestibilidad de la celulosa (36), Barnett en 1957, Kamastra et al en 1958, Asplaund et al en 1958 y Quicke et al en 1959. (citados por Rufz, 1975) (65); determinaron la digestibilidad de la celulosa "in vitro" como parámetro más importante para determinar la calidad de los forrajes, al relacionarla con el contenido de fibra cruda.

Todos ellos usaron 96 horas de digestión microbiana, es decir utilizaron técnicas de 1 fase.

Tilley y Terry en 1963, (75) agregó una fase más, la digestión proteolítica.

Barnes et al en 1964, (6) y Barnes en 1966, (7); compararon técnicas de digestibilidad "in vitro"; en diferentes laboratorios usando los mismos forrajes, cada laboratorio empleó la técnica usada comunmente; la variación entre los resultados obtenidos fué altamente significativa.

McLeod y Minson en 1976, (48); compararon la precisión de 7 técnicas de laboratorio para relacionar la digestibilidad de la materia seca "in vitro" con los análisis de laboratorio de 5 leguminosas tropicales de conocida digestibilidad "in vivo", valorados por medio de ecuaciones de regresión, encontrándose una desviación residual standard alta.

La necesidad de un procedimiento standard fué necesario después de estos resultados.

El método que más resultados satisfactorios ha dado, ha sido el establecido por Tilley y Terry en 1963, (37,41,46,51,65,67,75,81).

Así, Monson et al en 1969, (citado por Rutz, 1975), (65); compararon la técnica "in vivo" de la bolsa de nylon y la técnica de digestibilidad "in vitro" de Tilley y Terry (1963), (75); encontrando una correlación positiva significativa ($r=.81$ $p=.01$) en 159 muestras de forraje, entre los dos métodos.

Las modificaciones hechas a la técnica propuesta por Tilley y Terry en 1963, (75); entre los diferentes laboratorios se refiere al tiempo de

fermentación y digestión, grado de finura de la muestra, tamaño de la muestra y volumen del inóculo utilizado (42,55,63).

Así, la más importante modificación que ha sufrido la técnica fué hecha por Minson y McLeod en 1972, (54) y que actualmente es la más aceptada, para la determinación de la digestibilidad "in vitro" de pastos tropicales.

Otro de los sistemas utilizados es la digestibilidad "in vitro" de la celulosa en diferentes tiempos de fermentación. La digestibilidad de la celulosa "in vitro" con periodos largos de fermentación (30-48 hs), - - generalmente está positivamente correlacionada con la digestibilidad "in vivo" de la celulosa y de la materia seca, pero no con el consumo (33,35).

Sin embargo, a periodos cortos de fermentación (12 hs) combinado con una segunda fase de solubilidad de la materia seca, esta relación se mejora notablemente (15,35,37).

Valores de energía neta se pueden calcular a partir de la digestibilidad "in vitro". Van Soest en 1971, obtuvo valores de energía neta a partir del análisis de fibra con detergentes. Un sistema de ecuaciones convierte la digestibilidad aparente en energía neta. Los valores de la ecuación fueron estimados para vacas lactantes para mantenimiento y producción y solo se requirió la determinación de proteína cruda y fibra cruda en los forrajes (65).

Los parámetros que se han utilizado más comunmente en comparaciones directas son energía digestible, digestibilidad de la materia seca, indi-

ce del valor nutritivo y se ha hecho la regresión con los parámetros "in vitro", para obtener ecuaciones de predicción. El parámetro que se escoja dependerá del uso que se le vaya a dar a los datos (36,65).

Ventajas de los métodos "in vivo".

- a).- Los resultados son confiables.
- b).- El factor debido a cambios en las poblaciones microbianas se elimina.
- c).- Se desprecian los errores en el manejo cuantitativo de las muestras.

Desventajas de los métodos "in vivo".

- a).- Dificultad en el manejo de los animales.
- b).- El número de pruebas que se pueden concluir simultáneamente es limitado.
- c).- La duración de las pruebas representa un problema de tiempo a considerar.

Ventajas de los métodos "in vitro".

- a).- No se usan animales.
- b).- Se usa poco material.
- c).- Las determinaciones son rápidas.
- d).- Son fácilmente reproducibles.
- e).- Los resultados presentan una correlación altamente positiva con los resultados obtenidos por medio de los métodos "in vivo".
- f).- Las determinaciones son económicas.

Desventajas de los métodos "in vitro".

- a).- Siendo técnicas de laboratorio que tratan de simular los procesos fisiológicos "in vivo", bajo condiciones específicas; se considera

cierta dificultad para comparar y traducir los resultados obtenidos "in vitro" a valores para el animal.

Parámetros a medir:

- 1).- Desaparición de la materia seca.
- 2).- Digestión de celulosa y otros constituyentes.
- 3).- Producción de A.G.V. (31,62,84).

El parámetro "in vitro" a escoger depende de:

- a).- El uso que se le vaya a dar a los resultados.
- b).- El sistema "in vitro" que se va a usar.
- c).- Los tipos de forrajes que se van a valorar.
- d).- El parámetro "in vivo" que se pretende predecir.

IV.5.- Factores que afectan la digestibilidad.

Resulta prácticamente imposible querer evaluar un parámetro que determine la calidad de un forraje, sin involucrar a los demás, ya que los cambios manifestados en uno de ellos, se reflejarán en los demás. Así, podemos hablar de los factores que afectan la composición química de un forraje como los factores que afectan su digestibilidad y tendría el mismo valor utilizar los factores que afectan la tasa de consumo, como los factores que afectan la digestibilidad (9).

De entre los factores que afectan la digestibilidad se consideran:

La especie animal.- La mayor diferencia existe entre los monogástricos y los rumiantes. Los coeficientes de digestibilidad entre los cerdos y los bovinos valorando alimentos que contienen celulosa son bastante marcados. La digestibilidad en caballos es constantemente menor que en rumiantes. Sin embargo, no se incurre en error de interpretación si se usa una

prueba de digestibilidad con ovinos para aplicar datos a racionamiento de bovinos o viceversa. No se han hecho estudios con cabras pero parece - - lógico que su poder digestivo no sea diferente del de los ovinos, aunque la selectividad en cuanto a componentes de la ración si es diferente - - (17,38).

La raza de ganado.- El hecho de que el ganado cebuino subsiste mejor que el ganado europeo con forrajes de mala calidad hace pensar que el cebú tiene mayor poder de digestibilidad. Duckworth (1946), (citado por De Alba, 1971), (17); estudió los resultados obtenidos de 101 pruebas de - digestión con ganado europeo y 116 con cebues y encontró que a medida - que la ración contenía más fibra, disminuía más la digestibilidad en ganado europeo que en cebues. Howes et al, (1963), (32); compararon el poder digestivo del Hereford y Brahman, encontrando una diferencia a favor del Brahman cuando la ración contenía más fibra. En general la digestibilidad de la fibra cruda es mayor en Bos Indicus comparada con Bos taurus, no sucede lo mismo cuando las raciones son bien balanceadas observándose en estos casos una mejor conversión por parte del Bos taurus.

La edad.- El animal joven al poner en marcha su aparato digestivo posee una digestión deficiente cuando se trata de incluir compuestos groseros en la ración, esto va acompañado por la deficiente acción enzimática de sus secreciones. A medida que el animal crece su sistema digestivo se - adapta a digerir y metabolizar compuestos moleculares más complejos (17).

El consumo.- Este es el factor más importante para determinar el nivel - de digestibilidad. En rumiantes existen estudios que demuestran que la - digestibilidad decrece a medida que aumenta el consumo por arriba del requerido por mantenimiento (17).

El balance de la ración.- Se ha encontrado un entorpecimiento de la digestibilidad en becerros con deficiencia de fósforo y de magnesio. En ausencia total de magnesio y azufre hay una pérdida notable del poder de digestión de la celulosa. El exceso de calcio demostró que también tiene efecto detrimental sobre la digestibilidad (17).

Por maduración o edad de la planta.- A medida que los forrajes crecen, se hace necesario una estructura de sostén y para ello incrementa su contenido de carbohidratos estructurales, lignina y sílica, que permiten en el caso de pastos de tamaño elevado, sostenerse (4,6). Esto trae una disminución de la calidad de los forrajes, al decrecer el valor nutritivo como consecuencia del aumento en el contenido de fibra cruda, descenso de proteína y de la digestibilidad; la tasa de consumo disminuye al descender la aceptabilidad y la velocidad de pasaje del forraje (38,57,61).

Franch (1943), (citado por Reyes y Sutherland, 1969), (62); encontró que la digestibilidad del pasto Guinea bajó de un 76% para una altura de 30-45 cm a un 63.9% para la planta florecida, a una altura de 1.8 m; el pasto Elefanta (Pennisetum purpureum) mostró una disminución de la digestibilidad de 74.7% a 60.5% sobre el mismo rango; reportó asimismo una reducción de un 9% para el Pangola al comparar el estado de floración con el de prefloración y la primera etapa de floración (81).

Al avanzar la edad del forraje el contenido de proteína cruda disminuye y los componentes estructurales aumentan, siendo la acumulación de lignina y sílica el principal factor que disminuye la digestibilidad.

La diferencia en la naturaleza de las paredes celulares de las leguminosas y gramíneas y sus repercusiones en la digestibilidad está bien demostrada. Así, a un mismo estado de madurez, bajo las mismas condiciones de manejo se obtienen diferentes coeficientes de digestibilidad, ésta variación se atribuye al contenido y composición de la pared celular (4,8, 57,72).

Por modificaciones climáticas.- El clima es uno de los más importantes factores que afectan el valor nutricional de los pastos en los trópicos. La predominancia de lluvias en el verano permite que los pastos crezcan más rápidamente que en invierno, por ejemplo; esto es debido a una menor o nula precipitación pluvial, o bien debido a bajas temperaturas o los dos elementos aunados. En este tiempo (Invierno y primavera) el contenido de proteína cruda y digestible es bajo. Los animales no obtienen la suficiente energía porque el consumo de materia seca y la digestibilidad de la misma es baja (52).

Hacker y Minson (1972), (28); analizaron el efecto estacional sobre la digestibilidad "In vitro" de la materia seca de Setaria sp. a diferentes cortes; encontrando una relación positiva entre digestibilidad, edad fisiológica y estación. En los meses de Julio-Agosto y a 4 semanas, la digestibilidad era de 68% aproximadamente, en cambio en Marzo y a 12 semanas de edad la digestibilidad fué de 41% aproximadamente.

Por efecto de la composición química del suelo y su fertilización.- El suelo es el resultado de la interacción de varios factores del medio ambiente que se mezclan en forma dinámica y que están representados como materiales orgánicos e inorgánicos. Como resultado de dichas interacciones se generan diversos procesos que van a determinar la capacidad de un

suelo para suministrar los nutrientes apropiados en cantidades adecuadas para la nutrición de la planta (50).

La composición de la planta es controlada por el suelo, factores ambientales, de manejo y genéticos. Así, cualquier alteración en la composición físico-química del suelo se reflejará necesariamente en la planta y en el animal (3).

Dentro de los compuestos químicos necesarios para el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas, tres se consideran de vital importancia, debido a que presentan deficiencia con mayor frecuencia, sobre todo en regiones tropicales ya que se necesitan en mayor proporción para lograr altas producciones; estos son: nitrógeno, fósforo y potasio.

Se ha demostrado que la fertilización con estos elementos tiene un efecto favorecedor sobre la calidad de los forrajes (3). Existe una cantidad abrumadora de trabajos que demuestran la eficiencia de la fertilización nitrogenada para aumentar la producción de los pastos (12,23,24,49, 50,83).

Reyes y Sutherland (1969), (62); investigaron la influencia de la época de corte y la fertilización nitrogenada, fosfatada y potásica, sobre la producción de ácidos grasos volátiles y digestibilidad de la celulosa, mejorando ambos parámetros, que a la vez demostraron una correlación positiva entre ambos (69).

Así, el aporte de nitrógeno en la dieta del animal mejora la digestibilidad de los pastos, al ser utilizado éste nitrógeno para los procesos metabólicos de los microorganismos del rumen (82,85).

Se ha demostrado que aún con el mismo contenido de nitrógeno, en pastos de la misma especie y temporada de crecimiento, la digestibilidad era diferente, dando errores de más de 3 unidades de digestibilidad, estableciéndose que el contenido de carbohidratos solubles, es tan importantes como el contenido de nitrógeno y que el equilibrio entre estos dos constituyentes afecta la digestibilidad de los pastos (15,45).

Por efecto de la frecuencia de corte.- Al aumentar el número de cortes y su frecuencia, la digestibilidad aumenta en detrimento de la producción (25,62).

Reyes y Sutherland (1969), (62); estudiaron diferentes especies de pastos tropicales a diferentes frecuencias de corte; encontrando que la frecuencia de corte es más importante que la especie, como factores para determinar el valor nutritivo de los forrajes.

Miller y Rains (1963), observaron que disminuía la digestibilidad del Elefante (Pennisetum purpureum) entre cortes de 90 a 120 cm y 1.5 a 1.8 m, mientras que Buterworth (1965), reporta una baja de la digestibilidad de la fibra en el Elefante entre 30 y 50 días de corte (39,62).

Por efecto de la selección de variedades naturales o artificiales.- La selección de especies y variedades de pastos con una mejor adaptación a las diversas zonas climáticas del país, acompañada de alta producción de materia seca, junto con una buena composición química y mejor digestibilidad ha sido el objetivo de los estudios de fitomejoramiento realizados (13).

El porcentaje de heredabilidad de la digestibilidad es variable y no presenta dominancia, según los trabajos realizados.

Burton y Monson (1972), encontraron que la digestibilidad de la materia seca en el pasto Bermuda cruzado 1 (Cynodon dactylon) tuvo una heredabilidad del 27 al 69%; la variación aditiva en los F1 fué evidente teniendo los F1 digestibilidades tan altas como el promedio de los padres, señalando que la digestibilidad de la materia seca está controlada por genes que tienen poca o ninguna dominancia.

Por tratamientos físico-químicos.- Se han evaluado diversos tratamientos químicos para mejorar la digestibilidad de la materia seca de los pastos, estos incluyen: compuestos clorados, como el hipoclorito de sodio, tratamientos con álcalis, como el hidróxido de sodio, irradiaciones altas de energía, adición de celulasas, etc., (86).

De entre los tratamientos físicos se consideran: el prensado, peleteado, troceado, molido, etc. (70), los cuales han demostrado que mejoran la digestibilidad, incrementan la producción de ácidos grasos volátiles y se incrementa el consumo (84).

Las principales variables que afectan la determinación de la digestibilidad por medio de los métodos "in vitro" son:

1.- Diferencias atribuidas al inóculo

a).- Variaciones en la población microbiana

El mantenimiento de bacterias adecuadas y viables, así como su concentración en el inóculo, es importante; su descuido representa una fuente de error considerable (56,75).

b).- Dieta del cual se toma el inóculo

La influencia de la dieta en el patrón de fermentación ha sido demostrada (10,43). Dietas a base de forrajes tienden a aumentar la población de microorganismos de tipo celulolítico, es -

decir aquellos que tienen la capacidad de atacar y desdoblar algunos componentes de la pared celular, con el consecuente incremento en la digestibilidad (43,66).

En cambio dietas ricas en granos, permite la proliferación de microorganismos amilolíticos los cuales atacan con mayor eficacia el contenido celular, compuesto principalmente por almidón, reduciéndose la digestibilidad de la pared celular (43,66).

c).- Relación Inóculo-muestra

Bales, et al (1976), (5); estudiaron la interacción muestra-Inóculo encontrando que la adición de 10 ml del inóculo ruminal con saliva artificial McDougall's incrementó la digestibilidad, "in vitro", de la materia seca, sobre 1 ml del inóculo ruminal, también con saliva artificial; la digestibilidad de fibra se redujo considerablemente cuando el volumen del inóculo ruminal se bajó a 1 ml, la causa aparente fué el descenso de la fermentación microbiana.

d).- Diferencias entre animales

La especie, raza, edad y salud de los animales son fuente de variación y error en los resultados obtenidos (32,75).

Grant et al (1974), (26); estudiaron el efecto de la fuente del inóculo ruminal sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca de pastos tropicales empleando como donadora del líquido ruminal, ganado cebú, búfalo americano y ganado europeo, no encontrando diferencias significativas en la determinación de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca.

Bezeau (1965), (11); midió el efecto del origen del inóculo ruminal sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca empleando 2 vacas fistulizadas bajo un mismo régimen alimenticio; se encontró una variación altamente significativa en la actividad del inóculo de las 2 vacas donadoras.

e).- Diferencias en el método de procesar el inóculo.

Cambios bruscos de temperatura durante el procesamiento del líquido ruminal, altera reduciendo la actividad y población microbiana.

La falta de cuidado en mantener las condiciones anaerobias, así como el uso de filtros demasiado finos en el filtrado del líquido ruminal reduce la concentración microbiana.

Se ha observado que la exposición a radiaciones trae un efecto - detrimental en la actividad del inóculo (27,36).

2.- Diferencias atribuidas a los diferentes métodos de manejo de las - muestras.

a).- Errores en el muestreo.

Un mal muestreo traerá como consecuencia una mala evaluación de los parámetros a determinar. Así, la falta de una clasificación botánica de las muestras, la poca apreciación de la relación - hoja-tallo y la contaminación de las muestras con tierra, polvo ocasionará variaciones en el análisis de los resultados (73).

La falta de consideración en la selectividad que los animales - hacen de los pastos en pastoreo, trae variaciones en la evaluación de las praderas; así la aplicación de las pruebas de diges

tibilidad "in vitro" a animales en pastoreo ha sido cuestionada (8,67).

Wallace (1969), (citado por Scales, et al, 1974), (67) ; para eliminar éste factor determinó la digestibilidad "in vitro" de la materia seca de pastos tropicales, obteniendo las muestras de ganado en pastoreo por medio de fistulas esofágicas.

b).- Métodos de almacenamiento.

La exposición prolongada de las muestras a radiaciones solares, su conservación en lugares húmedos que puedan provocar el crecimiento de hongos o fermentaciones indeseables, necesariamente se reflejarán en su digestibilidad, alterándola y dando falsas valoraciones.

c).- Grado de molienda.

El tamaño de la muestra afecta la digestibilidad "in vitro" de los forrajes, así lo demostraron Tilley y Terry (1963), (75); y lo comprobaron Minson y McLeod (1972), (54); cuando observaron que la digestibilidad de la materia seca disminuía, al utilizar una malla para el molido, mayor de 1 mm; cuando el tamaño de la muestra era menor, la digestibilidad aumentaba. Se considera que los microorganismos del rumen atacan mejor a los componentes celulares cuando el tamaño de la muestra es menor (16).

d).- Preparación de la muestra.

Las muestras sometidas a temperaturas altas (100°C-150°C) y prolongadas (48-72 hs) durante su deshidratación, aumenta la insolubilidad del nitrógeno, propiciando la formación de productos - -

Maillard, es decir, uniones del nitrógeno con carbono, que dan como resultado compuestos altamente insolubles (16,75,77,87).

3.- Diferencias atribuidas al medio.

a).- Buffer utilizado.

Existen varias sustancias bufferantes, como son: el bicarbonato de sodio, óxido de magnesio, bentonita, vermiculita y otras.- Cada una de ellas tiene diferente poder amortiguador y el uso de uno u otro, producirá variaciones en la actividad microbiana, que se reflejarán en la determinación de la digestibilidad (30,36).

b).- Solución nutritiva utilizada.

McDougall's (1948), (citado por Tilley y Terry, 1963), (75) ; - analizó la composición salival de un borrego y concentración, y la fórmula obtenida por él es la más utilizada para fines de trabajos en rumen artificial.

4.- Variaciones de procedimiento.

a).- Tiempo de fermentación.

Un aumento o disminución en el tiempo de fermentación, ocasionará variaciones en la determinación de la digestibilidad (48).

Cuando el tiempo de fermentación se prolonga o bien, no hay un sistema de escape a los gases producidos durante los procesos de fermentación microbiana, los productos finales de fermentación se acumulan, causando una inhibición en el crecimiento y actividad de los microorganismos del rumen (1).

b).- Errores de laboratorio.

Se refieren a fallas del factor humano, tales errores como el

pasaje de las muestras, deshidratación defectuosa, fallas en la filtración, desperdicio de muestra etc., traen como consecuencia, variaciones en los resultados obtenidos (36).

V.- MATERIAL Y METODOS

VI.1.- Localización.

El presente trabajo se desarrolló en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la U.N.A.M. El material biológico fué proporcionado por el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (C.I.E.E.G.T.), de la F.M.V.Z. de la U.N.A.M. ubicado en el Estado de Veracruz, a 360 km de la ciudad de México, a 20° 4' de latitud norte y a 97° 3' de longitud oeste.

La altitud es de 151 m S.N.M. La clasificación climática corresponde al tipo Af(m) (e); caliente húmedo, con lluvias todo el año; no hay estación seca bien definida. La precipitación total del año 1981 fué de 2,804.3 mm, 57% más que la registrada en 1980; Agosto con 464.5 mm fué el mes de mayor pluviosidad, tal como lo muestra el cuadro No. 4. La temperatura media anual, para 1981, fué de 23.8°C, siendo Junio el mes más caluroso, aunque como lo muestra la gráfica No. 1, los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre son similares en éste parámetro. La temperatura media mensual fué mayor de 17°C con una oscilación térmica de 9.1°C.

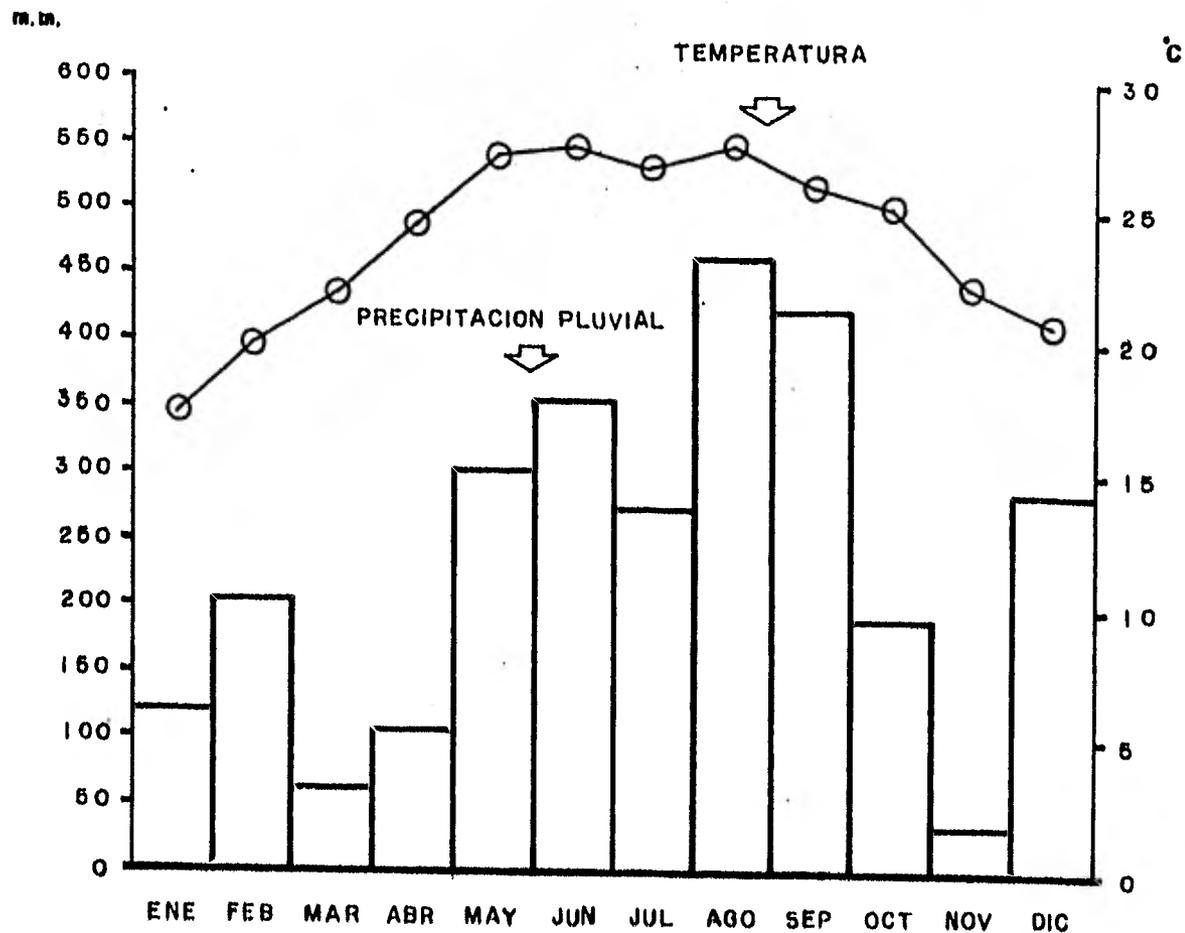
CUADRO No. 4

TEMPERATURA MEDIA Y PRECIPITACION PLUVIAL DE 1981

M e s	Temperatura media °C	Precipitación pluvial mm
Enero	17.32 ± 2.3	120.5
Febrero	19.43 ± 3.0	202.5
Marzo	21.74 ± 2.54	63.5
Abril	24.46 ± 2.57	105.5
Mayo	27.0 ± 2.58	303.0
Junio	27.49 ± 2.70	359.0
Julio	26.68 ± 1.59	268.0
Agosto	27.03 ± 1.06	464.5
Septiembre	25.83 ± 2.43	421.2
Octubre	25.27 ± 2.04	184.8
Noviembre	22.05 ± 1.75	33.9
Diciembre	20.79 ± 2.37	277.9
	Total	2,804.3

Fuente: (C.I.E.E.G.T.) Boletín Informativo 1981 (13).

Los suelos del área son derivados principalmente de la degradación de rocas depositadas por ríos que existieron en el pasado. Como tal, la textura del material base varía de areno-arcillosa a arcillo-arenosa, misma que al secarse forma una capa dura, difícilmente permeable, que se encuentra por debajo de la capa superficial, conocida con el nombre de "topetete". La capa superficial consiste de un material friable de color pardo oscuro (cuando está mojado), medianamente rico en materia orgánica y de textura arcillosa. La profundidad de ésta capa varía, según la topografía del terreno, de unos 10 hasta más de 30 cm. Debido a su



Gráfica No. 1. Precipitación y temperatura recabada en la estación del C.I.E.E.G.T. durante el año de 1981.

Fuente: (C.I.E.E.G.T.), Boletín Informativo 1981 (13).

textura estos suelos tienen pobre drenaje y son susceptibles de una rápida erosión por efecto de las lluvias (13).

Tentativamente los suelos existentes en un 90% del centro, han sido clasificados como Ultisoles, con una capa interior dura, una superficie orgánica y pobre drenaje. Son suelos ácidos, tanto en la capa superficial como profunda; el pH varía de 4.1 a 5.2; su contenido de nitrógeno y fósforo es bajo, y los niveles de aluminio y manganeso son altos (13).

V.2.- Material.

El diseño experimental original fué elaborado de acuerdo a los objetivos perseguidos por el C.I.E.E.G.T. (Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical) en el área de forrajes durante el año de 1981, para el mejoramiento de pastizales. Entre los parámetros a evaluar se consideró la determinación de la digestibilidad "in vitro" de los forrajes en experimentación, para lo cual se procedió a un muestreo de las parcelas a evaluar y se envió al laboratorio. De acuerdo a lo anteriormente expuesto se hace notar que el diseño experimental no fué elaborado exclusivamente para estudiar el efecto de la edad, estación de corte y fertilización sobre la digestibilidad "in vitro"; sino más bien se aprovechó la información proporcionada por el C.I.E.E.G.T. y se ajustó al actual diseño experimental (13).

En la clasificación botánica del pasto nativo, se encontró que las especies Paspalum spp y Axonopus spp, siempre se encontraban mezcladas, por lo que se consideró que si se analizaban juntas se haría una evaluación más confiable al momento de extrapolar los datos a la práctica. Para tal fin se formaron 31 parcelas de 24 m² de superficie, aproximadamente;

4 como testigos y 27 experimentales, a las que les cortó bajo 2 diferentes edades, en 2 diferentes estaciones, con una misma época de lluvias, pero con diferente precipitación y a diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada. El cuadro No. 5 nos muestra los tratamientos para el Pasto Nativo (Paspalum spp Axonopus spp).

CUADRO No. 5
TRATAMIENTOS APLICADOS AL PASTO NATIVO (Paspalum spp / Axonopus spp)

	EDAD (días)	ESTACION ANUAL	N a (Kg/Ha)	P ₂ O ₅ b (Kg/Ha)	
Parcela	1	95	Invierno/Verano	-	-
"	2	95	Invierno/Verano	-	-
"	3	95	Invierno/Verano	-	-
"	4	95	Invierno/Verano	-	-
"	5	95	Invierno/Verano	40	60
"	6	95	Invierno/Verano	40	60
"	7	95	Invierno/Verano	40	60
"	8	95	Invierno/Verano	40	60
"	9	95	Invierno/Verano	62	60
"	10	95	Invierno/Verano	62	60
"	11	95	Invierno/Verano	62	60
"	12	95	Invierno/Verano	62	60
"	13	95	Invierno/Verano	125	60
"	14	95	Invierno/Verano	125	60
"	15	95	Invierno/Verano	125	60
"	16	95	Invierno/Verano	125	60
"	17	95	Invierno/Verano	150	60
"	18	95	Invierno/Verano	150	60
"	19	95	Invierno/Verano	150	60
"	20	95	Invierno/Verano	150	60
"	21	95	Invierno/Verano	250	60
"	22	95	Invierno/Verano	250	60
"	23	95	Invierno/Verano	250	60
"	24	95	Invierno/Verano	250	60
"	25	90	Primavera/Verano	-	-
"	26	90	Primavera/Verano	-	100
"	27	90	Primavera/Verano	-	100
"	28	90	Primavera/Verano	-	250
"	29	90	Primavera/Verano	-	250
"	30	90	Primavera/Verano	-	350
"	31	90	Primavera/Verano	-	350

a = Nitrógeno elemental

b = Pentóxido de fósforo

Los tratamientos para el pasto Bermuda Cruza 1 (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis) se encuentra en el cuadro No. 6. Para este pasto el número de observaciones disminuyó, considerándose solo 10 parcelas; 1 - testigo y 9 experimentales, las que tienen una misma edad, 1 sola estación, 1 sola época, 9 diferentes niveles de fertilización nitrogenada y 1 fosfatada.

CUADRO No. 6

TRATAMIENTOS APLICADOS AL PASTO BERMUDA CRUZA 1 (Cynodon dactylon x Cynodon nlemfuensis)

	EDAD (días)	ESTACION ANUAL	N a (Kg/Ha)	P ₂ O ₅ b (Kg/Ha)	
Parcela	1	68	Verano/Otoño	-	-
"	2	68	Verano/Otoño	25	60
"	3	68	Verano/Otoño	37	60
"	4	68	Verano/Otoño	50	60
"	5	68	Verano/Otoño	60	60
"	6	68	Verano/Otoño	100	60
"	7	68	Verano/Otoño	125	60
"	8	68	Verano/Otoño	150	60
"	9	68	Verano/Otoño	175	60
"	10	68	Verano/Otoño	250	60

a = Nitrógeno elemental

b = Pentóxido de fósforo

V.3.- Método.

La técnica empleada para la determinación de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca, fué propuesta por Tilley y Terry (1963), (75); y modificada por Minson y McLeod (1972), (54). En la adaptación de éste laboratorio, la técnica sufrió pequeñas modificaciones, que no se consideran importantes en la valoración de los resultados; sin embargo, se citarán para su consideración.

1.- Preparación de la muestra.

El material biológico obtenido en forma representativa, se desecó a temperatura ambiente en el C.I.E.E.G.T., evitando las radiaciones solares directas. Ya en el laboratorio las muestras fueron molidas, utilizando para tal fin un molino de laboratorio Thomas Willey Modelo 4, pasando las muestras por una malla de 1 mm de diámetro.

Una vez molidas; las muestras fueron sometidas a deshidratación en un deshidratador con aire forzado Thelco Modelo 28 de la Scientific Co., a una temperatura de 100°C, durante 12 hs. Del deshidratador se pasaron a una campana de desecación para la estabilización de la temperatura.

Se pesó 0.25 g de la muestra, por triplicado.

2.- Preparación de las soluciones.

Se preparan las soluciones 1 y 2 por separado y posteriormente se mezclan.

Solución 1

9.25 g de Na_2HPO_4

24.5 g de NaHCO_3

2.5 l de agua desionizada a 40°C

Solución 2

11.75 g de NaCl

14.25 g de KCl

1.0 g de CaCl

1.5 g de MgCl_2

0.25 l de agua desionizada

Solución Buffer McDougall's

Poner 0.25 l de la solución 2 a 2.5 l de la solución 1. La mezcla se agita por 15 minutos, durante los cuales se burbujea CO_2 a través de una manguera de distribución y se deja en el baño maría a 39°C . Para producir CO_2 , se gotea H_2SO_4 contenido en un embudo de separación de 125 ml, sobre un matraz Kitasato que contiene 15 g de CaCO_3 aproximadamente, por el tiempo que dura la inyección de CO_2 .

Solución de Pepsina-ácida

Se inyecta 30 ml de HCl 10 N a 3 l de agua desionizada que contenga 6 g de pepsina 1:10,000.

3.- Preparación del Inóculo.

Para la obtención del inóculo ruminal, se alimenta a una vaca fistulizada con dieta a base de alfalfa y rastrojo de maíz, en una proporción de 50:50 % y se le da un período de adaptación de 15 días - como mínimo.

Se extrae aproximadamente 1 l de líquido ruminal, se transporta al laboratorio en baño maría a 39°C , en el trayecto se trata de no contaminar el líquido con microorganismos ajenos a la microbiota ruminal. Ya en el laboratorio se filtra en muselina fina para remover las partículas gruesas. Una vez filtrado se mide la cantidad a usar y se mezcla con la solución McDougall's.

Antes de mezclar la solución Buffer con el líquido ruminal, se estabiliza el pH de la solución Buffer que generalmente tiene un pH de 8 a 8.2 con el pH del líquido ruminal, que debe tener un óptimo de 6.7 a 7.0; para tal fin, se le agrega unas gotas de ácido acético a

la solución Buffer McDougall's.

Para preparar la solución Buffer McDougall's-Ruminal se mezcla:

0.625 l de contenido ruminal filtrado, en 2.5 l de solución Buffer McDougall's. La mezcla se agita suavemente y se sigue conservando a 39°C en baño maría.

4.- Inoculación.

Se utilizan tubos de vidrio de 50 ml, a los que se les coloca la muestra previamente identificada, se les inocula con 25 ml de la solución Buffer McDougall's-Ruminal por cada tubo. Una vez inoculados se les tapa inmediatamente con tapones Bunsen, lo cuales tienen adaptada una manguera de látex, con una ranura que funciona a manera de válvula de escape de los gases.

Al principio y al final de la inoculación se llenaron dos tubos "blancos", es decir, que no contenían muestra y se sometieron al mismo proceso de digestión; esto es con el objeto de descontar la materia indigerida que no se detuvo en el filtro.

Los tubos colocados en rejillas de plástico y sumergidos en una tina de incubación o baño maría de la Precisión Sci., Modelo 50, a una temperatura de 39°C y a 45 oscilaciones por minuto. En las primeras 6 hs, no se agitan los tubos, para permitir el humedecimiento de la muestra, al cabo de éste tiempo, se agitan suavemente homogeneizando la muestra, el proceso se repite 3 veces al día.

El tiempo de la primera digestión es de 48 hs, al término de las cuales se centrifugan las muestras a 2,000 - 3,000 rpm durante 15 minutos y se decanta el sobrenadante.

5.- Digestión pepsínica.

A cada tubo se le inyecta 25 ml de la solución de pepsina-ácida y se somete nuevamente a digestión durante otras 48 hs ; en esta segunda digestión no es necesaria mantener una anerobiosis.

6.- Filtración.

Después de 48 hs de digestión pepsínica se lava la muestra con agua desionizada y se filtra sobre un papel del No. 4 previamente desecado y pesado para tratar su peso posteriormente.

Ya filtradas las muestras se someten a desecación a 100°C por un tiempo de 24 hs.

7.- Cálculo de resultados.

Del deshidratador se transfieren a una campana de desecación para estabilizar la temperatura. Se procede al pasaje de las muestras para determinar la materia seca digerida por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ M.S.D. } = \frac{100 \left[\text{m.s.m.} (\text{m.s.r.} - \text{m.s.b.}) \right]}{\text{m.s.m.}}$$

en donde:

% M.S.D. = Porcentaje de materia seca digerible

m.s.m. = Materia seca de la muestra

m.s.r. = Materia seca residual

m.s.b. = Materia seca del blanco

Y.4.- Modelo estadístico.

La información obtenida (citada anteriormente), fué utilizada para estudiar el efecto de edad, estación de corte y fertilización nitrogenada y fosfatada, sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp). Además para observar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Bermuda Cruza I (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis).

Los datos fueron evaluados estadísticamente utilizando el programa SPSS (Statistical Package for the Social Science), implementado en la computadora B8700 del Programa Universitario de Computo (P.U.C.) de la U.N.A.M.

El efecto de edad y estación de corte sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp) fué estudiado mediante un análisis de variancia con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = % de digestibilidad

μ = Media general

A_i = Efecto de edad

B_j = Efecto de estación de corte

AB_{ij} = Interacción de edad y estación de corte

e_{ij} = Error aleatorio $N(0, \sigma_e^2)$

Para poder determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo y Bermuda Cruza I se utilizó también un análisis de variancia con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = % de digestibilidad

μ = Media general

A_i = Efecto de fertilización nitrogenada o fosfatada

e_{ij} = Error aleatorio $N(0, \sigma_e^2)$

Se obtuvo la Diferencia Media Significativa (D.M.S.), para estudiar la significancia de los grupos experimentales con respecto al grupo control.

Se graficó la variable independiente (niveles de fertilización nitrogenada), con referencia a la variable dependiente (% de digestibilidad) - del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp),

Para observar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Bermuda Cruza I (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis) se graficó la variable independiente (fertilización nitrogenada), con respecto a la variable dependiente - (% de digestibilidad).

VI.- RESULTADOS

Los resultados de las determinaciones de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca para el Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp) y el Pasto Bermuda Cruza I (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis), se muestran en los cuadros 7 y 8 respectivamente, se incluyen además los tratamientos para cada una de las especies estudiadas.

Para la determinación del efecto de edad (Cuadro No. 9) y estación de corte (Cuadro No. 10) del Pasto Nativo, las parcelas con edades de 95 y 90 días tuvieron una sola estación: Invierno-verano y primavera-verano respectivamente. El análisis de variancia practicado muestra la alta significancia ($p < .01$) de ambos parámetros (edad y estación de corte) sobre la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo. La coincidencia de que para una edad exista una sola estación, compromete el análisis debido al efecto confundido de ambos parámetros.

La alta significancia ($P < .01$) obtenida del análisis de variancia realizado para estudiar el efecto de las fertilizaciones nitrogenadas sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo se muestra en el Cuadro No. 11. Es interesante observar (Fig. No. 2) para este parámetro, el incremento lineal de la digestibilidad "in vitro", sujeto a los niveles de fertilización nitrogenada.

La figura No. 3 muestra el comportamiento de la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo, para las parcelas 25 a 31 (ver Cuadro No. 7) respecto a la fertilización fosfatada. Se observa que la digestibilidad alcanzó su máximo cuando se

utilizó la dosis de 100 Kg/Ha de P_2O_5 (Pentóxido de fósforo), un incremento en la dosificación fosfatada provocó un decremento en el porcentaje de digestibilidad, a medida que se aumentó la dosis. Se hace notar que se tuvo una edad y estación de corte diferente al resto de las parcelas, con una también diferente precipitación pluvial (Fig. No. 1).

El efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Bermuda Cruza 1, se observa en la Figura No. 4. A pesar de la estrechez en el número de observaciones por tratamientos, el incremento en el porcentaje de digestibilidad "in vitro", casi proporcional al aumento en la dosis de nitrógeno, confirma la bondad que las fertilizaciones nitrogenadas tienen para mejorar uno de los parámetros más importantes que determinan la calidad de los forrajes, como lo es la digestibilidad.

CUADRO No. 7

RESULTADOS DE DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" Y TRATAMIENTOS APLICADOS

AL PASTO NATIVO (Paspalum spp / Axonopus spp)

		DIGESTIBILIDAD (%)	EDAD (días)	ESTACION ANUAL	N a (Kg / Ha)	P ₂ O ₅ b (Kg / Ha)
Parcela	1	43	95	INV/VER	-	-
"	2	44	95	INV/VER	-	-
"	3	44	95	INV/VER	-	-
"	4	43	95	INV/VER	-	-
"	5	47	95	INV/VER	40	60
"	6	48	95	INV/VER	40	60
"	7	47	95	INV/VER	40	60
"	8	49	95	INV/VER	40	60
"	9	50	95	INV/VER	62	60
"	10	51	95	INV/VER	62	60
"	11	54	95	INV/VER	62	60
"	12	54	95	INV/VER	62	60
"	13	55	95	INV/VER	125	60
"	14	56	95	INV/VER	125	60
"	15	57	95	INV/VER	125	60
"	16	57	95	INV/VER	125	60
"	17	57	95	INV/VER	150	60
"	18	58	95	INV/VER	150	60
"	19	57	95	INV/VER	150	60
"	20	58	95	INV/VER	150	60
"	21	70	95	INV/VER	250	60
"	22	72	95	INV/VER	250	60
"	23	69	95	INV/VER	250	60
"	24	72	95	INV/VER	250	60
"	25	49	90	PRI/VER	-	-
"	26	71	90	PRI/VER	-	100
"	27	70	90	PRI/VER	-	100
"	28	69	90	PRI/VER	-	250
"	29	68	90	PRI/VER	-	250
"	30	65	90	PRI/VER	-	350
"	31	65	90	PRI/VER	-	350

a = Nitrógeno elemental

b = Pentóxido de fósforo

CUADRO No. 8

RESULTADOS DE DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" Y TRATAMIENTOS APLICADOS
AL PASTO BERMUDA CRUZA 1 (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis)

	DIGESTIBILIDAD (%)	EDAD (días)	ESTACION ANUAL	N a (Kg / Ha)	P ₂ O ₅ b (Hg / Ha)
Parcela 1	45	68	VER/OTO	-	-
" 2	49	68	VER/OTO	25	60
" 3	50	68	VER/OTO	37	60
" 4	50	68	VER/OTO	50	60
" 5	52	68	VER/OTO	60	60
" 6	60	68	VER/OTO	100	60
" 7	59	68	VER/OTO	125	60
" 8	61	68	VER/OTO	150	60
" 9	68	68	VER/OTO	175	60
" 10	75	68	VER/OTO	250	60

a = Nitrógeno elemental

b = Pentóxido de fósforo

CUADRO No. 9

ANALISIS DE VARIANCIA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE EDAD SOBRE LA DIGESTIBILIDAD
 "IN VITRO" DEL PASTO NATIVO (Paspalum spp / Axonopus spp)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valores de F	Significancia de F
Entre edades	1	611.1	611.1	8.2.**	0.008
Error	29	2158.8	74.4		
Total	30	2769.9			

** Significativo ($P < .01$)

CUADRO No. 10

ANALISIS DE VARIANCIA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE ESTACION DE CORTE SOBRE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL PASTO NATIVO (Paspalum spp / Axonopus spp)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valores de F	Significancia de F
Entre estaciones	1	611.1	611.1	8.2 **	0.008
Error	29	2158.8	74.4		
Total	30	2769.9			

** Significativo ($P < .01$)

CUADRO No. 11

ANALISIS DE VARIANCIA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA FERTILIZACION
NITROGENADA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL PASTO NATIVO

(Paspalum spp / Axonopus spp)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Significancia de F
Dosis de nitrógeno	1	1142.273	1142.273	335.97**	4.41
Error	18	61.197	3.399		
Total	19	1203.47			

** Significativo ($P < .01$)

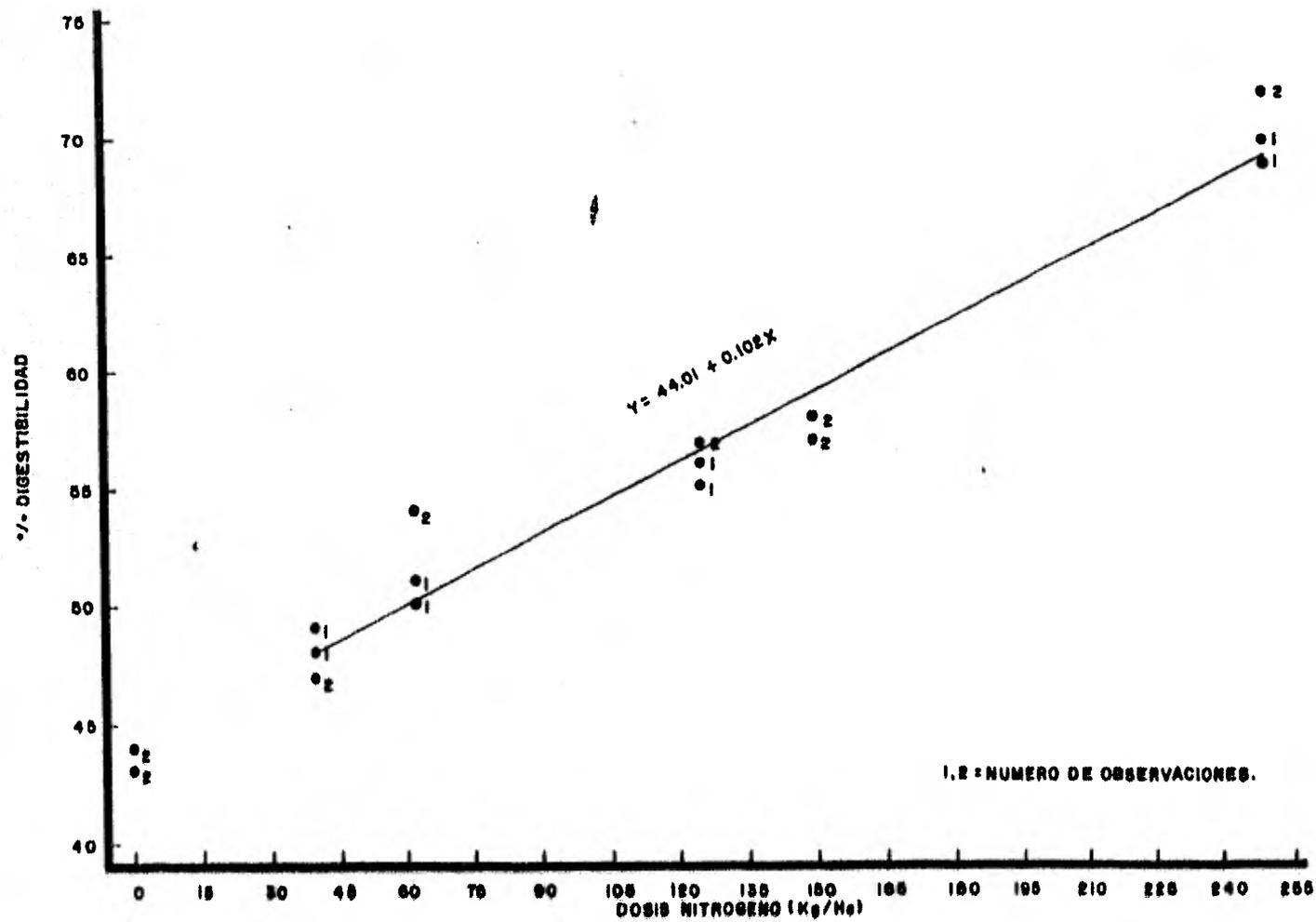


Fig. N.º 2 COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL PASTO NATIVO (*Pennisium spp/Axonopus spp*) A DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA.

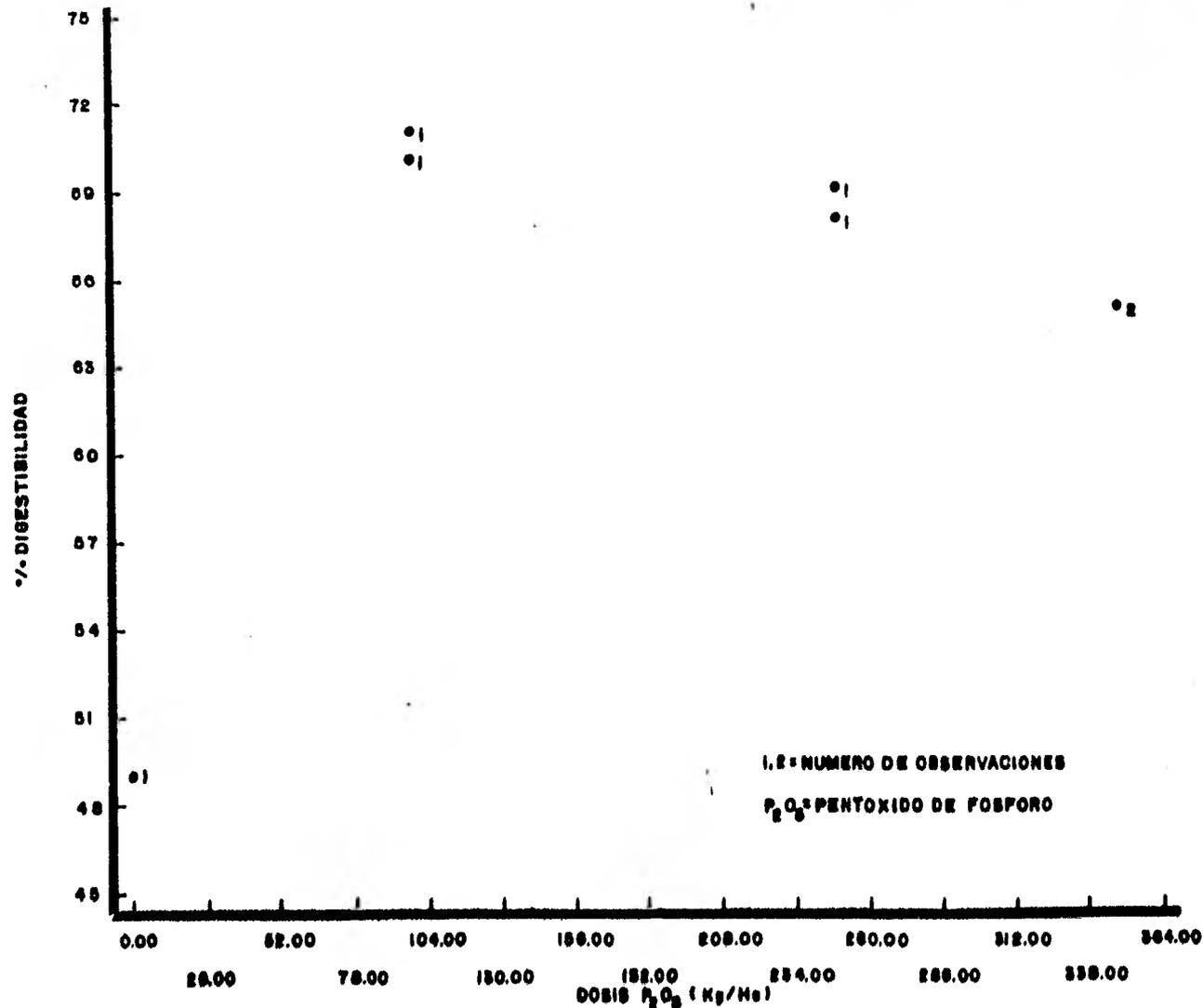


Fig N-3 EFECTO DE LA FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL PASTO NATIVO (Paspalis 22P/Anonnis 22P)

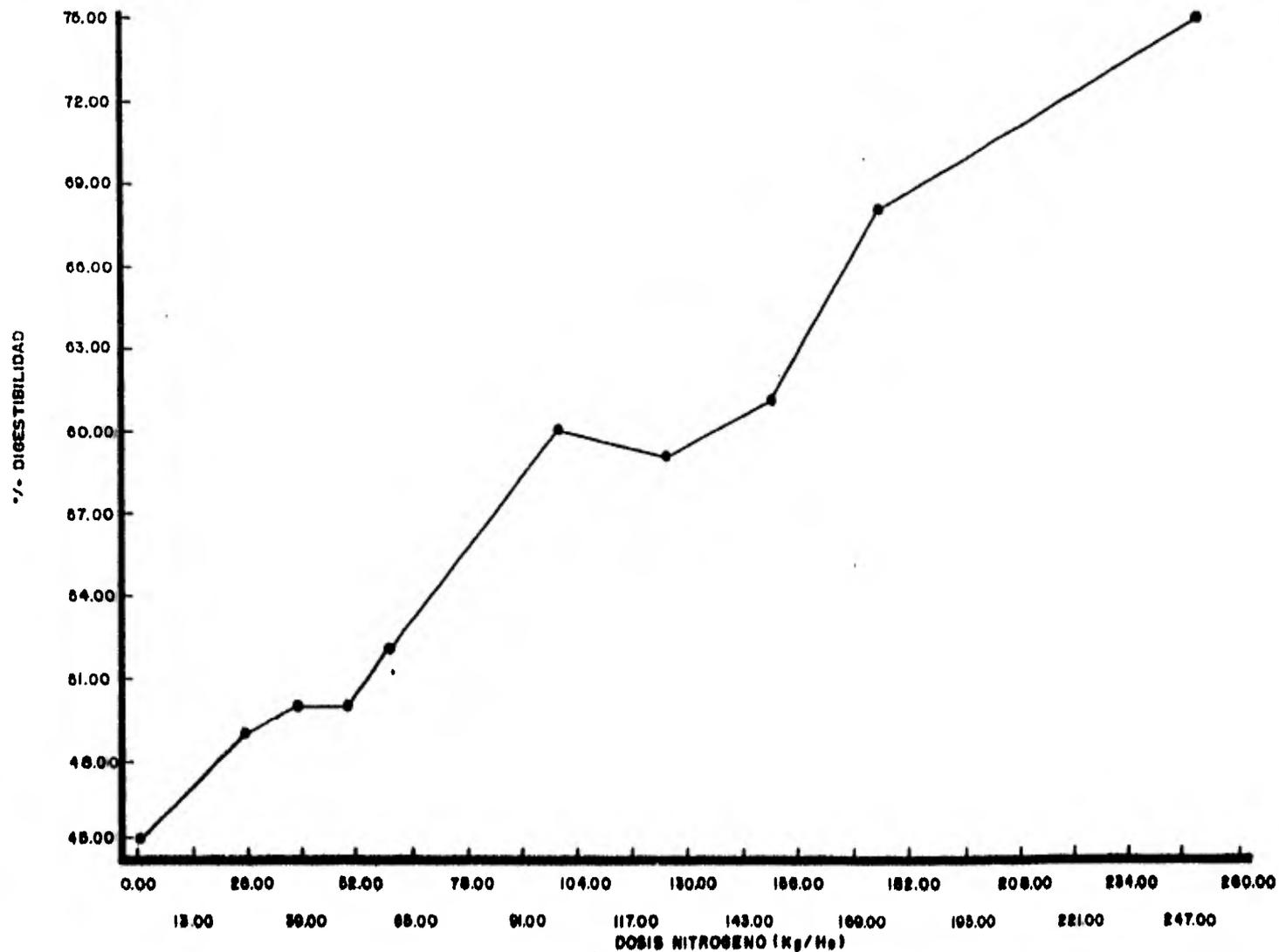


FIG. 4 EFECTO DE LA FERTIZACION NITROGENADA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL PASTO BERMUDA CRUZA (Cynodon dactylon X Cynodon stans)

VII.- DISCUSION

En los capítulos II y IV se hace notar que 3 de los más importantes factores que determinan la producción y calidad de los pastos son; la edad, estación de corte y fertilización (nitrogenada y/o fosfatada) principalmente. Queda de manifiesto, además, la necesidad del conocimiento del comportamiento nutritivo de los pastos bajo estas prácticas de manejo de pastizales, para el establecimiento de mejores estrategias en el aprovechamiento óptimo de los recursos forrajeros. La técnica propuesta por Tilley y Terry (1963) y modificada por Minson y McLeod (1972), fué utilizada como método de apoyo para el estudio del comportamiento de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp) y Bermuda Cruza I (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis), respecto a edad, estación de corte y fertilización.

Los resultados obtenidos de las determinaciones de digestibilidad "in vitro", se presentan en los cuadros 7 y 8, para cada una de las muestras de los pastos estudiados. Podemos observar que las variaciones en los porcentajes de digestibilidad por tratamientos, fué menor de 3 unidades de digestibilidad, rango considerado como normal para las determinaciones hechas por ésta técnica, dado que es afectada por varios factores imponderables, descritos en las páginas 16 a 27 del capítulo IV, de este trabajo. Además, de concordar con resultados obtenidos por otros investigadores (28,62,81) que han utilizado ésta técnica para analizar pastos tropicales de características similares a los evaluados en este trabajo.

La edad de la planta es como ya se explicó (Pág. No. 18), un parámetro importante a considerar, cuando se pretende evaluar la calidad de los pastos. Así, diversos estudios (38,57,61,81) han demostrado que a determinada edad (ésta varía para

cada pasto), las plantas equilibran producción y calidad, siendo el momento adecuado para su aprovechamiento. Una utilización tardía trae un decremento en calidad principalmente, al descender el valor nutritivo de su economía (62).

La estación de corte es importante, en tanto que ésta es regida por las condiciones climáticas, tales como temperatura y precipitación pluvial, como las más influyentes para determinar producción y calidad de los pastos (52).

Bajo estas premisas y considerando que los dos parámetros (edad y estación de corte) influyen decisivamente sobre la digestibilidad; al someter los resultados al análisis estadístico, para determinar el grado de influencia de cada parámetro, se encontró que coincidían las edades (90 y 95 días), con las estaciones (Invierno-verano y primavera-verano), y aunque el análisis de variancia practicado (Cuadro No. 9 y 10), indica una alta significancia ($P < .01$) para ambos parámetros, no es posible atribuírselo a uno, o a otro factor, por la injerencia que el uno tiene sobre el otro (efecto confundido).

Las fertilizaciones nitrogenadas han demostrado que son capaces de provocar un aumento en la producción forrajera, al ser el nitrógeno, el principal nutriente para el crecimiento y desarrollo de las plantas (17,45). El nitrógeno proporcionado por las plantas va a ser utilizado, en el caso de los rumiantes, en gran parte por la microbiota ruminal, para formar proteína microbiana que posteriormente será digerida y absorbida por el animal. El nitrógeno es también el principal elemento, que utilizan los microorganismos ruminales, que al multiplicarse, atacan con mayor eficiencia al sustrato, aumentando de esta manera la digestibilidad (43,83).

Los resultados de este trabajo han confirmado que cuando se elevan los niveles de

fertilización nitrogenada, hasta un cierto límite, no solo se incrementa la producción forrajera (13), sino que se mejora la calidad de los pastos estudiados, - evaluada ésta calidad por su digestibilidad.

Así, los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por otros investigadores (49,57), que han trabajado pastos en comportamiento similar, a los contemplados en éste estudio.

En la figura 5, se puede observar el comportamiento promedio de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp), a niveles promedio de fertilización nitrogenada. El Cuadro No. 12, demuestra que - los 5 grupos experimentales, en los que se utilizó diferente dosis de nitrógeno, - se comportaron mejor que el grupo control, sin fertilizar, obteniéndose un incremento total de 62% de digestibilidad, con referencia al grupo testigo.

El fósforo es un elemento clave en los procesos de transformación de energía de las células vegetales y animales, participa en forma decisiva en todos los procesos enzimáticos conocidos, vitales para el mantenimiento del metabolismo celular (68). Desafortunadamente los suelos tropicales, típicamente ácidos, son deficientes en fósforo. Por lo cual las fertilizaciones fosfatadas han venido a constituir una práctica rutinaria, en aquellas explotaciones donde se pretende incrementar la producción animal. Sin embargo, gran parte de este fósforo aplicado es fijado en los suelos por el aluminio y el fierro, no permitiendo su aprovechamiento por las plantas. Para tratar de soslayar éste problema, se han incrementado las dosis de fertilización fosfatada para aumentar las posibilidades de captación de fósforo por las plantas.

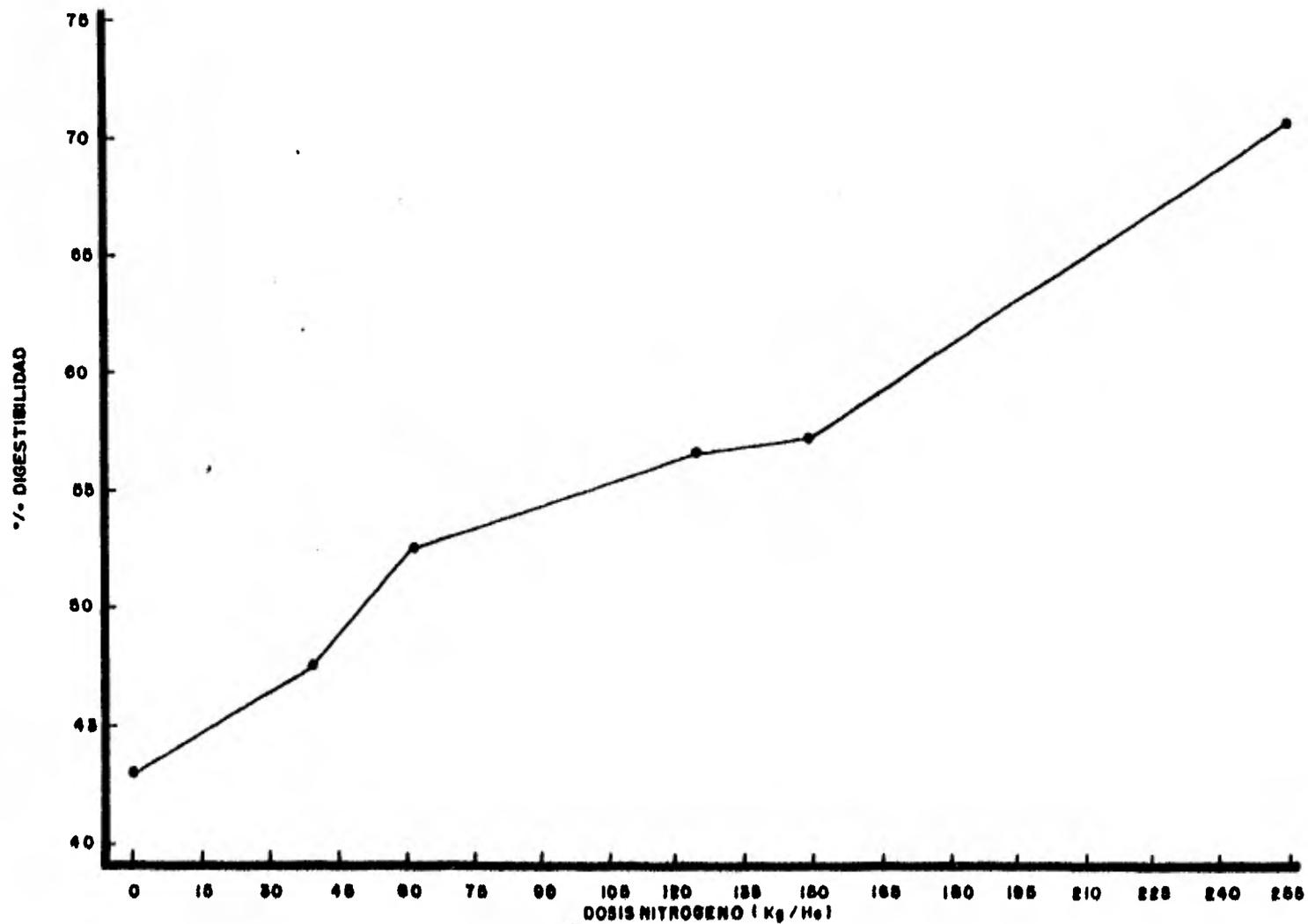


Fig N.º 8 COMPORTAMIENTO PROMEDIO DE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL PASTO NATIVO (*Paspalum spp/Anadenanthera spp*) A NIVELES PROMEDIO DE FERTILIZACION NITROGENADA.

CUADRO No. 12

PRUEBA DE LA DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA (D.M.S. \bar{X} .)
 PARA EL PASTO NATIVO (Paspalum spp / Axonopus spp)

Parcelas	Niveles de fertilización nitrogenada (Kg/Ha)	% de digestibilidad
Control	0	43,5 *
Grupo experimental (\bar{X})	40	47,75 *
	62	52,25 *
	125	56,25 *
	150	57,5 *
	250	70,75 *

* Todos los tratamientos son mejor que el control

CUADRO No 13

ANALISIS DE VARIANCIA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA FERTILIZACION
FOSFATADA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL PASTO NATIVO

(Paspalum spp / Axonopus spp)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valores de F	Significancia de F
Dosis de P ₂ O ₅	1	5.733	5.733	0.8730 **	7.71
Error	4	26.267	6.567		
Total	5	32.000			

* Pentóxido de fósforo

** No significativo ($P > .01$)

CUADRO No. 19

ANALISIS DE VARIANCIA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA FERTILIZACION
 NITROGENADA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DEL PASTO BERMUDA
 CRUZA 1 (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valores de F	Significancia de F
Dosis de nitrógeno	1	790.048	790.048	315.769 **	5.32
Error	8	20.017	2.502		
Total	9	810.006			

** Significativo ($P < .01$)

En el presente trabajo se estudió el efecto de las fertilizaciones fosfatadas a diferentes dosis sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca, del Pasto Nativo. El efecto de estas fertilizaciones fosfatadas se observa en el Cuadro No. 7, en donde se aprecia que el control (parcela 25) tuvo una digestibilidad de 49%, similar a las parcelas 1 a 4 consideradas como testigos para los tratamientos con nitrógeno, en donde se obtuvo 43.5% ; la diferencia a favor de la parcela 25, es probablemente debida a la menor edad (90 días) y estación de corte (primavera-verano), meses en los cuales se tuvo mayor precipitación pluvial, que en el resto del año, tal y como se aprecia en el Cuadro No. 4 y en la Figura No. 1.

La precipitación pluvial, permite un incremento en la cantidad y calidad de los forrajes, en la medida que el agua permite la solubilización de los nutrientes y su disposición para el aprovechamiento que de ellos haga la planta.

En la Figura No. 3 se observa que la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo alcanzó su máximo (71%), cuando se utilizó una dosis de 100 kg/Ha de P_2O_5 , empezando a decaer a medida que se incrementó la dosis, llegando a 65%, con una dosis de 350 kg/Ha de P_2O_5 . Para tal efecto detrimental ($P > .01$) (Cuadro No. 13) sobre la digestibilidad "in vitro" del Pasto Nativo, cuando se empleó una dosis de P_2O_5 por arriba de 100 kg/Ha no se tiene una explicación lógica y demostrable. En cambio, existen trabajos en los cuales se reporta una baja en la digestibilidad "in vivo", cuando se valoraba una ración deficiente en fósforo, lo cual es comprensible, dado el importante papel que el fósforo juega en el metabolismo celular.

Sin embargo existen reportes en los que se cita, que una suplementación excesiva de fósforo, tendía a deprimir la digestibilidad.

Como las determinaciones de digestibilidad de la materia seca son expresadas en forma porcentual, altas concentraciones de minerales, pueden afectar los resultados, por lo que se hace necesario determinar el contenido de cenizas de la ración o forraje a evaluar, para saber exactamente, la cantidad de materia orgánica y materia inorgánica que la componen y determinar la verdadera digestibilidad de cada una de ellas.

Por lo tanto la explicación más lógica encontrada para el decremento de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo, cuando se utilizó una dosis por arriba de 100 kg/Ha de P_2O_5 , es que se incrementó el contenido de minerales en la muestra, provocando un decremento porcentual en el contenido de materia orgánica. Desgraciadamente, en el presente trabajo no se determinó la digestibilidad de la materia orgánica, hecho que ayudaría a esclarecer tal efecto.

Los resultado de las determinaciones de digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Bermuda Cruza 1, para observar el efecto que sobre éste parámetro tienen las fertilizaciones nitrogenadas, se muestran en el Cuadro No. 8. La edad (68 días) y estación de corte (verano-otoño), son factores importantes a considerar para su interpretación, dada la gran influencia que sobre el valor nutritivo de los forrajes tienen (véase pag. 19). En la Figura No. 4 se observa que la parcela control, tuvo una digestibilidad de 45%, a 0 fertilización, digestibilidad que se fue incrementando en la medida en que se aumentó la dosis de nitrógeno. En análisis de variancia practicado, mostró la alta significancia ($P < 0.01$) que la fertilización nitrogenada tuvo sobre la digestibilidad "in vitro" del Pasto Bermuda Cruza 1. El aumento casi lineal observado, alcanzó su máximo (75%), cuando se empleó una dosis de nitrógeno de 250 Kg/Ha, obteniéndose un incremento total de 66% de digestibilidad, con respecto al grupo testigo. Estos resultado coinciden con los reportados por otros investigadores en circunstan-

cias similares (49,57) y demuestran el efecto benéfico, que las fertilizaciones nitrogenadas ejercen para mejorar el valor nutritivo de los forrajes.

La comparación de los resultados obtenidos en las determinaciones de digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo y Bermuda Cruza 1, demostraron que el manejo que se haga de los pastos, es un factor muy importante a tal grado de que, como en éste trabajo, no se observó diferencia por efecto de especie, teniendo ambas diferentes grados de selección.

IX.- CONCLUSIONES

- 1.- Se establece que uno de los problemas para lograr la optimización de la producción animal en los trópicos, es la falta de aplicación de técnicas de manejo adecuado.
- 2.- Se plantea que para el establecimiento de ésta nueva estrategia en el manejo de los pastos, se hace necesario el conocimiento del comportamiento productivo y nutritivo de los forrajes, bajo condiciones propias de su explotación y cultivo.
- 3.- Se hace notar que 3 de los principales factores que determinan, producción y calidad de los forrajes son: edad, estación de corte y fertilización.
- 4.- Se evaluó que una de las técnicas más prácticas, sencillas y confiables, para determinar la digestibilidad de los pastos, es la propuesta por Tilley y Terry y modificada por Minson y McLeod.
- 5.- Los resultados del análisis experimental mostraron una alta significancia ($P < .01$) de los parámetros, edad y estación de corte, sobre la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp), no pudiendo determinar el grado de influencia de cada parámetro, debido al efecto confundido de ambos.
- 6.- Las fertilizaciones nitrogenadas, demostraron ser capaces de incrementar la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp).

- 7.- Se observó que las fertilizaciones fosfatadas afectaron la determinaciones de la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto Nativo (Paspalum spp / Axonopus spp), alcanzando un máximo de 71% cuando se utilizaron 100 - Kg/Ha de P_2O_5 (Pentóxido de fósforo), dosis más altas provocaron un decremento en la digestibilidad "in vitro" de hasta 65%, con el uso de 350 Kg/ de P_2O_5 (Pentóxido de fósforo).

- 8.- Se observó que la digestibilidad "in vitro" de la materia seca del Pasto - Bermuda Cruza I (Cynodon dactylon X Cynodon nlemfuensis), puede ser mejorada con el uso de fertilizaciones nitrogenadas.

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

1. Abe, M., and Kumeno, F.: "In vitro" simulation of rumen fermentation apparatus and effects of dilution rate and continuous dialysis on fermentation and protozoal population. *J. Anim. Sci.*, 36 (5): 941-948 (1973).
2. Análisis y pronósticos del sistema agroindustrial carne. México. Informe Técnico. E.A.O. Roma (1980).
3. Andrew, C. S., and Robins, M. F.: The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legume. *Aust. J. Agric. Res.*, 20: 665-674 (1969).
4. Arzola, G.: Efecto de la sílica soluble en la digestibilidad "in vitro" de algunos pastos nativos y en el metabolismo de las ratas albinas. Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera (memorias). Colegio Superior de Agricultura Tropical. p.p. 153-156. Cardenas, Tabasco (1975).
5. Bales, G.L., Kellogg, D.W. and Miller, D.D.: Small volume of inoculum with and artificial rumen fluid for "in vitro" digestion of forage. *J. Dairy Sci.*, 59 (10): 1850-1854, (1976).
6. Barnes, R.F., Mott, G. O., Packett, L.V., and Plumlee, M.P.: Comparison of "in vitro" rumen fermentation methods. *J. Anim. Sci.*, 23: 1061-1065, (1964).
7. Barnes, R.F.: Collaborative "in vitro" rumen fermentation studies on forage substrates. *J. Anim. Sci.*, 26: 1120-1130, (1966).
8. Barth, K.H.; Chandler, J.E. Fryler, M.E., and Wang, H.C.: Effect of saliva and drying temperature on composition and digestibility of forage samples collected through esophageal fistulas. *J. Anim. Sci.*: 31 (4): 794-798, (1970).
9. Barton, F. E., Amos, H. H. E., Burdick, D., and Wilson, R.L.: Relationship of chemical analysis to "in vitro" digestibility for selected tropical and temperate grasses. *J. Anim. Sci.*, 43: 504-512, (1976).
10. Bergen, W.C. and Yokoyama, M. T.: Productive limits to rumen fermentation. *J. Anim. Sci.*, 45 (3): 573-582, (1977).
11. Bezeau, L. M.: Effect of source of inoculum on digestibility of substrate in "in vitro" digestion trials. *J. Anim. Sci.* 24: 823-825, (1965).
12. Cabrera, J. H. R.: Respuesta del pasto estrella africana (*Gynodon plectostachyus*) a la fertilización de nitrógenos y fósforo en suelos aluviales y clima Af. Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera (memorias) Colegio Superior de Agricultura. p.p. 61-62, Cárdenas, Tabasco, (1975).
13. Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, Mtz. de la Torre, Ver. - F. M. V. Z. - U.N.A.M. Boletín Informativo, 1981.

14. Chaviera, S.N., y Arzola, C.: El método de Van Soest para la evaluación de pasturas. Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera (memorias). Colegio Superior de Agricultura Tropical. p.p. 123-125 Cárdenas, Tabasco. (1975).
15. Chicco, C.: Interpretación de los análisis químicos y de digestibilidad. Seminario de utilización de animales en la evaluación de la pradera - - (memorias) IICA. Zona Andina. Medellín, Colombia, Junio 7-8, (1972).
16. Danley, M. M. an Vetter, R. L.: Changes in carbohydrate and nitrogen fractions and digestibility of forages: method of sample processing. J. - Anim. Sci., 33 (5): 1072-1077, (1971).
17. De Alba, J.: Alimentación del ganado en América Latina. 2a. Ed. La prensa médica mexicana, México, D.F., 1971.
18. De Dios, V. O. O. y Bowman, G.: Evaluación de forrajes mediante la digestibilidad "In vivo" e "In vitro". Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera (memorias). Colegio Superior de Agricultura Tropical p.p. 131-137 Cárdenas, Tabasco., (1975).
19. Elam, C. J., Reynolds, P. J., Davis, R. E., and Everson, D. O.: Digestibility studies by means of chromic oxide, lignin and total collection - - techniques with sheep. J. Anim. Sci., 21: 189-192, (1962).
20. El extensionismo pecuario en la situación actual de la ganadería nacional - y su proyección para 1983. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Extensión Agrícola. México, D.F., 1976.
21. Ellis, W.C.: Determinants of grazed forage intake and digestibility. J. - Dairy Sci., 61: 1828-1840 (1978).
22. Fina, L. R. Keith, C. L. and Bartley, E. E.: Modified "In vivo" artificial rumen (Vivar) techniques, J. Anim. Sci., 21., 21: 930-934, (1962).
23. Flores, M. J. A.: Bromatología Animal. 2a. Edición. Limusa, México, D.F., 1980.
24. Garza, T. R., Pérez, V. C., Chapa, C. G., y Monroy, J. L.: Respuesta de gramíneas nativas a la fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio en el trópico húmedo. Téc. Pec. Mex. 18: 54, (1971).
25. González, J. L.: Evaluación de forrajes mediante corte y pastoreo. Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera (memorias) Colegio Superior de Agricultura Tropical p.p. 22-27 Cárdenas, Tabasco., (1975)
26. Grant, R. J., Van Soest, P. J., and McDowell, R. E.: Influence of rumen fluid source and fermentation time on "In vitro" true dry matter digestibility. J. Dairy Sci., 57 (10): 1201-1205, (1974).

27. Griffiths, T. W.: The evaluation of an improved artificial rumen technique for the study of rumen fermentation. *J. Agric. Sci.*, 69: 355-366, (1967).
28. Hacker, J. B., and Minson, D. J.: Varietal differences in "in vitro" dry matter digestibility in setaria, and the effects of site, age, and season. *Aust. J. Agric. Res.*, 23: 959-967, (1972).
29. Hawkins, G. E., Paar, G. E., and Little, J. A.: Composition intake, digestibility and prediction of digestibility of coastal bermuda grass hays. *J. Dairy Sci.*, 47 (11): 865-870, (1964).
30. Herod, E. L., Bechtie, R. M., Bartley, E. E., and Dayton, A. D.: Buffering ability of several compounds "in vitro" and the effect of a selected buffer combination on ruminal acid production "in vivo". *J. Dairy Sci.*, 61: 1114-1122, (1978).
31. Hoover, W. H., Crooker, B. A., and Sniffen, C. J.: Effects of differential solid-liquid removal rates on protozoa numbers in continuous cultures of rumen contents. *J. Anim. Sci.*, 43 (2): 528-534, (1976).
32. Howes, J. R., Hentges, J. F. Jr., and Davis, G. K.: Comparative digestive powers of hereford and brahman cattle. *J. Anim. Sci.*, 22: 22-26, (1963).
33. Ifkovits, R. W., Ragheb, H. S., Barnes, R. F., and Packett, L. V.: A pure culture inoculum method for evaluation of forage cellulose digestibility. *J. Anim. Sci.*, 24: 1092-1099, (1965).
34. Johnson, R. R.: Symposium on microbial digestion in ruminants: "in vitro" rumen fermentation techniques. *J. Anim. Sci.*, 22: 792-800, (1963).
35. Johnson, R. R., Dehority, B. A., McClure, K. E., and Parsons, J. L.: A comparison of "in vitro" fermentation and chemical solubility methods in estimating forage nutritive value. *J. Anim. Sci.*, 23: 1124-1128, (1964).
36. Johnson, R. R.: Techniques and procedures for "in vitro" and "in vivo" rumen studies. *J. Anim. Sci.*, 25: 855-875, (1966).
37. Johnson, R. R. and Dehority, B. A.: A comparison of several laboratory techniques to predict digestibility and intake of forage. *J. Anim. Sci.*, 27: 1738-1742, (1968).
38. Johnson, W. L., Hardison, W. A., and Castillo, L. S.: The nutritive value of Panicum maximum (Guinea grass). *J. Agric. Sci.*, 69: 155-160, (1967).

39. Johnson, W. L., Guerrero, J., and Pezo, D.: Cell wall constituents and "in vitro" digestibility of napier grass (Pennisetum purpureum). J. - Anim. Sci., 37 (5): 1255-1261, (1973).
40. Johnson, W. L. and Pezo, D.: Cell wall fractions and "in vitro" digestibility of peruvian feedstuffs. J. Anim. Sci., 42 (1): 185-197, (1975).
41. Keuren, R. W. V., and Heinemann, W. W.: Study of a nylon bag technique for "in vivo" estimation of forage digestibility. J. Anim. Sci., 21: 340-345, (1962).
42. Larsen, R. E., and Jones, G.M.: A modified method for the "in vitro" J. - Anim. Sci., 53: 251-256, (1973).
43. Marty, R. J.: Manipulación de la fermentación ruminal. Rev. Cubana, Cien. Agric., 6: 163-176, (1972).
44. Mattingly, G. E. G., Penny, A., Blakemore, M.: Evaluation of phosphate fertilizers. J. Agric. Sci., 76: 131-141 (1971).
45. McIlroy, R. J.: Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Limusa. México, D. F., 1976.
46. McLeod, M. N. and Minson, D. J.: The use of the "in vitro" technique in the determination of the digestibility of grass/legume mixtures. J. - Br. Grassld. Soc., 24: 296-298, (1969).
47. McLeod, M. N. and Minson, D. J.: Predicting organic matter digestibility from "in vivo" and "in vitro" determinations of dry-matter digestibility. J. Br. Grassld. Soc., 29: 17-21, (1974).
48. McLeod, M. N. and Minson, D. J.: The analytical and biological accuracy of estimating the dry matter digestibility of different legume species. Anim. Feed Sci. & Tec., 1: 61-72, (1976).
49. Medina, O., Wollner, H., and Castillo, J. L.: The effect of different levels of fertilizer, N, P. and K on the yield of pangola, Rev. Cubana Cienc. Agric., 2: 115-122 (1968).
50. Meléndez, N. F.: Efecto de la fertilización sobre la producción y calidad de los pastos tropicales. Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera (memorias) Colegio Superior de Agricultura Tropical p.p. - 55-60 Cárdenas, Tabasco, (1975).
51. Meyer, R. M., Bartley, E. E., Julius, F., and Fina, L. R.: Comparison of four "in vitro" methods for predicting "in vivo" digestibility of forages. J. Anim. Sci., 32 (5): 1030-1036 (1971).
52. Milford, R.: Criteria for expressing nutritional values of subtropical grasses. Aust. J. Agric. Res., 11: 121-137, (1960).

53. Milford, F.: Nutritional values for 17 subtropical grasses. *Aust. J. Agric. Res.*, 11: 138-148, (1960).
54. Minson, D. J., and McLeod, M. N.: The "in vitro" technique: Its modification for estimating digestibility of large numbers of tropical pasture samples. Division of Tropical Paper No. 8 C.S.I.R.O., Australia, (1972).
55. Moore, J. E., and Mott, G. O.: Fermentation tubes for "in vitro" digestion of forages. *J. Dairy Sci.*, 59 (1): 167-169 (1976).
56. Nelson, B. D., Ellzey, H. D., Montgomery, C., and Morgan, E. B.: Factors affecting the variability of an "in vitro" rumen fermentation technique for estimating forage quality. *J. Dairy Sci.*, 55: 358-366 (1972).
57. Olubajo, F. O., Van Soest, P. J., and Oyenuga, V. A.: Comparison and digestibility of four tropical grasses grown in Nigeria. *J. Anim. Sci.*, 38 (1): 149-153, (1974).
58. Osorio, A. M. M.: Ubicación y enfoque de la investigación forrajera. Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera (memorias) Colegio Superior de Agricultura Tropical p.p. 1-5 Cárdenas, Tabasco. (1975).
59. Paladines, O.: Función de la tecnología en el desarrollo agrícola. Memoria del seminario internacional de ganadería tropical, Desarrollo general de la ganadería en los trópicos, financiamiento de la producción. p.p. 73-82 Acapulco, Gro. (1976).
60. Pérez, P. J. y Lucio, G. H.: Evaluación de forrajes mediante consumo voluntario y palatabilidad. Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera (memorias) Colegio Superior de Agricultura Tropical. p.p. 143-147 Cárdenas, Tabasco (1975).
61. Quintero, S.: Valor nutritivo de los forrajes. Curso de pastos y forrajes, Compendio No. 11 p.p. 129-144 Zona andina, Bogotá, Colombia. I.C.A. (1975).
62. Reyes, P. Y., y Sutherland, T. M.: Efecto de la frecuencia de corte sobre la digestibilidad "in vitro" de varios forrajes tropicales cortados en estación de seca. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 3: 175-183, (1969).
63. Robertson, P. J., Van Soest, P. J., and Torres, F.: Substitution of filter paper for crucibles in the "in vitro" rumen true digestibility determination. *J. Dairy Sci.*, 55 (9): 1305-1307, (1972).
64. Rodríguez, H.: The "in vivo" bag technique in digestibility studies, *Rev. Cubana Cienc. Agric.*, 2: 77-81, (1968).

65. Rufz, S. O.: Uso del método de digestibilidad "In vitro" Tilley y Terry para la evaluación nutritiva de forrajes. Evaluación de algunos aspectos de producción forrajera. (memorias) Colegio Superior de Agricultura Tropical p.p. 126-130 Cárdenas, Tabasco, (1975).
66. Russell, J. G., and Hespell, R. B.: Microbial rumen fermentation. *J. Dairy Sci.*, 64: 1153-1169, (1981).
67. Scales, G. H., Streeter, C. L., Denham, A. H., and Ward, G. M.: A comparison of indirect methods of predicting "In vivo" digestibility of grazed forage. *J. Anim. Sci.*, 38 (1): 192-199, (1974).
68. Schultz, W. T.: The politics and economics of beef. Memoria del seminario Internacional de ganadería tropical. Desarrollo en general de la ganadería en los trópicos, financiamiento de la producción p.p. 63-72 - Acapulco, Gro. (1976).
69. Senshu, T., Nakamura, K., Sawa, A., Miura, H., and Matsumoto, T.: Inoculum for "In vitro" rumen fermentation and composition of volatile fatty acids. *J. Dairy Sci.*, 63: 305-312, (1980).
70. Sidahmend, A. E., Morris, J. G., Weir, W. C., and Torell, D. T.: Effect of the length of fasting on intake "in vitro" digestibility and chemical composition of forage samples collected by esophageal fistulated sheep. *J. Anim. Sci.*, 46 (4): 885-889, (1977).
71. Smith, G. S., Nelson, A. B., and Boggino, E. J. A.: Digestibility of forages "in vitro" as affected by content of silica. *J. Anim. Sci.*, 33 (2): 466-471 (1971).
72. Smith, L. W., Goering, H. K., Waldo, D. R., and Gordon, C. H.: "In vitro" digestion rate of forage cell wall components. *J. Dairy Sci.*, 54 (1): 71-76, (1971).
73. Terry, R. A. and Tilley, J. M. A.: The digestibility of the leaves and stems of perennial rye grass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an "In vitro" procedure. *J. Br. Grassld. Soc.*, 19: 363-372, (1974).
74. Thomson, A. J., and Rogers, H. H.: The interrelationship of some components of forage quality. *J. Agric. Sci.*, 76: 283-293, (1971).
75. Tilley, J. M. A., and Terry, R. A.: A two stage technique for the "In vitro" digestion of forage crops. *J. Br. Grassld. Soc.*, 18: 104-111, (1963).
76. Tomlin, D. C., Johnson, R. R., and Dehority, B. A.: Relationship of lignification to "In vitro" cellulose digestibility of grasses and legumes. *J. Anim. Sci.*, 24: 161-165, (1965).

77. Van Soest, P. J.: Symposium on nutrition and forage and pastures: new chemical procedures for evaluating forages. J. Anim. Sci., 23: 838-845 (1964).
78. Van Soest, P. J.: Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci., 24: 834-843, (1965).
79. Van Soest, P. J., and Jones, L. H. P.: Effect of silica in forages upon digestibility. J. Dairy Sci., 51 (10): 1644-1648, (1968).
80. Vatthauer, R. J., Hinds, F. C., and Garrigus, U. S.: Continuous "in vitro" culture system for ruminant research. J. Anim. Sci., 30 (4): 613-623, (1970).
81. Walters, R. J. K.: Variation in the relationship between "in vitro" digestibility and voluntary dry-matter intake of different grass varieties. J. Agric. Sci., 76: 243-253 (1971).
82. Winter, K. A., Johnson, R. R., and Dehority, B. A.: Metabolism of urea nitrogen by mixed cultures of rumen bacteria grown on cellulose. J. Dairy Sci., 47 (11): 793-797, (1964).
83. Wollner, H., and Castillo, J. L.: The effect of different levels of N on the yield of pangola (Digitaria decumbens, Stent). Rev. Cubana Cienc. Agric., 2: 227-232, (1968).
84. Wright, P. L., Pope, A. L., Phillips, P. H.: Effect of physical form of ration upon digestion and volatile fatty acid production "in vivo" and "in vitro". J. Anim. Sci., 22: 586-591, (1963).
85. Wright, P. L.: Protein and carbohydrate utilization by rumen microorganisms maintained in continuous "in vitro" culture. J. Dairy Sci., 54: 688-692, (1971).
86. Yu, Y., Thomas, J. W., and Emery, R. S.: Estimated nutritive value of treated forages for ruminants. J. Anim. Sci., 41 (6): 1742-1751, (1975).
87. Yu, Y.: Effect of heating of forages on quantitative changes of acid-detergent insoluble nitrogen. J. Dairy Sci., 60: 1813-1815, (1977).