

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



EDAD, COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD "IN
VITRO" DE CINCO ZACATES TROPICALES DEL GENERO
Paspalum

POR

SIMON COVARRUBIAS GARCIA

TESIS EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

GUADALAJARA, JALISCO 1978.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos: por su apoyo.

A los C. Ings. y M.C.

HUGO MORENO GARCIA
LEONEL JAUREGUI GONZALEZ
BONIFACIO ZARAZUA CABRALES

Director y Asesores respectivamente;
por la revisión y aprobación de esta
tesis.

Al C. Ing. M.C. Guillermo Navarro Chavira
por su imponderable ayuda en la realización
de este trabajo.

A la Escuela de Agricultura de
la Universidad de Guadalajara.

Al Colegio Superior de Agricul-
tura Tropical.

A la Rama de C. Animal.

Al Laboratorio Central.

A la Sra. Marcela Gómez Escalante.

Al personal de campo del Departa-
mento de Forrajes.

...y a todas las personas que di-
recta o indirectamente hicieron -
posible este trabajo.

I N D I C E

I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA.	3
	2.1. Ubicación taxonómica y características botánicas del género <i>Paspalum</i> .	3
	2.2. Características botánicas de las especies estudiadas.	3
	2.3. Distribución y adaptación de las especies estudiadas.	5
	2.4. Valor nutritivo de los forrajes	5
	2.4.1. Consumo de materia seca	6
	2.4.2. Valor nutritivo por unidad de forraje consumido.	7
III.	MATERIALES Y METODOS.	13
	3.1. Localización y descripción del área.	13
	3.2. Clima.	13
	3.3. Especies estudiadas.	13
	3.4. Metodología.	14
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.	16
	4.1. Nitrógeno.	16
	4.2. Fibra	19
	4.3. Extracto no nitrogenado.	20
	4.4. Cenizas.	23
	4.5. Digestibilidad "In vitro".	24
	4.6. Discusión global.	27
V.	CONCLUSIONES.	34
VI.	RESUMEN.	35
VII.	LITERATURA CITADA.	36



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

LISTA DE TABLAS

1	Valores promedios del contenido de proteína en función de la edad de cinco zacates tropicales.	17
2	Valores promedios del contenido de fibra cruda en función de la edad de cinco zacates <u>tropicales</u> .	19
3	Valores promedios del contenido de Estrato no Nitrogenado en función de la edad de cinco zacates tropicales.	22
4	Valores promedios del contenido de cenizas en función de la edad de cinco zacates tropicales.	23
5	Valores promedios de la digestibilidad "In vitro" en función de la edad de cinco zacates tropicales.	25
6	Coefficiente de correlación simple entre la edad y los constituyentes químicos y digestibilidad "in vitro" de cinco zacates tropicales.	28
7	Coefficientes de correlación simple entre varios constituyentes de cinco zacates tropicales.	30
8	Correlaciones simples entre los constituyentes de la edad y la digestibilidad "In vitro" de cinco zacates tropicales.	32

LISTA DE FIGURAS

- 1 Cambios en el contenido de proteína cruda de cinco de cinco zacates tropicales. 18
- 2 Cambios en el contenido de fibra cruda de cinco zacates tropicales. 21
- 3 Cambios de la digestibilidad "In vitro" de cinco - zacates tropicales. 26
- 4 Valores medios de los contenidos de proteína cruda, fibra y digestibilidad "In vitro" con la edad de cinco zacates tropicales. 29
- 5 Relación de la digestibilidad "In vitro" contenidos de proteína cruda y fibra, con la edad de cinco zacates tropicales. 31

I. INTRODUCCION

En la obtención de productos de origen animal tales, como leche y carnes, lo más adecuado sería contar con explotaciones intensivas, donde los animales alcancen un peso de mercado antes de los dos años de edad. Sin embargo, los países denominados del tercer mundo tienen la limitante de no contar con tecnología ni recursos suficientes para llevar a cabo dichas explotaciones, por lo que optan, por alternativas del tipo extensivo donde los animales tardan de 3 a 5 años en lograr un peso de 400 a 500 Kg.

No obstante, el pastoreo directo de las praderas es la manera más fácil y económica de obtener proteínas para la alimentación animal. Es por esto, que en los trópicos se localizan el 50% de los animales en pastoreo del mundo (Diavies, 1960) donde la principal limitante de producción lo es, la baja calidad alimenticia de los forrajes y su pobre capacidad de rendimiento.

Los pastos tropicales, son de menor calidad que los templados (Minson y McLeod, 1970) tienen una alta capacidad de sintetizar carbohidratos de alto peso molecular (Navarro, 1977), que ejercen un marcado efecto de dilución sobre los contenidos de nitrógeno en la planta; su relación fibra:proteína, es muy variable, pero básicamente depende de la edad fisiológica de las especies. En los primeros estadios de crecimiento, el contenido de compuestos nitrogenados es alto a causa de la intensa actividad plasmática; al disminuir, la fibra se incrementa, por la formación de paredes celulares.

Cambiar el metabolismo de las plantas es muy difícil y requiere mucho tiempo. Además, se necesitan métodos y recursos muy sofisticados, por lo que no queda otro camino a seguir más que el manejo, con la utilización de prácticas que consideren la edad fisiológica de las plantas es factible, mantener una relación favorable de fibra; proteína para obtener un mejor aprovechamiento de los forrajes.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la composición química y digestibilidad "In vitro" en función de la curva de crecimiento de 5 zacates nativos del género *Paspalum*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Ubicación taxonómica y características botánicas del género *Paspalum*.

Este género pertenece al orden de las glumifloras, familia de las gramíneas, subfamilia de las panicoideas y tribu paniceas (Sánchez, 1974). Los miembros de este género poseen espiguilla unifloras, subsésiles o sésiles, en un grupo de dos o cuatro a lo largo de un eje, a manera de una espiga unilateral. Estas espiguillas se encuentran en un corto número, divergentes en el extremo de la caña, formando un racimo flojo. La gluma exterior por lo general ausente, la segunda gluma y lemma estéril generalmente casi iguales. Glumilla fértil obtusa, endurecida y con bordes enrollados, son hierbas anuales y perennes, con frecuencia rizomatosas y esto loníferas, con las hojas planas y hábitos muy variables, (Hitchcock, 1971).

2.2. Características botánicas de las especies estudiadas.

Paspalum virgatum L. Conocido comúnmente como cabezón, su número cromosómico ($8X=80$). Hierba perenne, erecta, forma macollos y crece de uno a dos metros de altura, raíz fibrosa, tallo cilíndrico robusto y algunas veces curvado, hojas linear-lanceoladas, aserradas, erectas, pilosas y cortantes en los márgenes. La inflorescencia es una panícula pardo oscura, de 10 a 40 cm. de longitud, produce racimos de 10 a 16 cm. de largos. El fruto es una cariósipide aovada de 2.2 mm. de largo por 2.5 mm de ancho. Las semillas son numerosas, aovadas, amarillentas o carmelitas (Whyte, Moir y Cooper, 1966).

Paspalum fasciculatum Willd. Conocido como camalote, zacate erecto o decumbente, perenne, de uno a dos metros de altura, raíz fibrosa, tallo de 1 a 2 cm. de diámetro y hasta 6 m de longitud, cilíndrico, semileñoso y de color morado cuando maduro, los que desarrollan raíces adventicias, hojas lineal lanceoladas, encerradas con una vaina envolvente, pubescentes y moradas en los primeros estadios del crecimiento. La ligula también es pubescente, la inflorescencia se encuentra en forma de panícula de color amarillento y con longitud de 8 a 12 cm. posee 30 a 40 espiguillas por espiga. El fruto es una carióspside pequeña, semilla numerosas, aovadas, aplanadas y carmelitas (Whyte et al, 1966).

Paspalum conjugatum Bergins. Se le conoce como grama amarga y es un zacate erecto, perenne, alcanza hasta 50 cm. de altura, raíz fibrosa, tallo ligeramente aplanado, ascendente y rastrero, delgado, duro y con nudos prominentes por donde brotan raíces adventicias. Hojas amarillo verdosas, lineal lanceoladas, aserradas y con una vaina envolvente de 4 a 6 cm. la inflorescencia en dos racimos y rara vez en tres, de 7 a 12 cm. de largo. El fruto es una carióspside pequeña, semillas numerosas, carmelitas o amarillentas y ovoides (Whyte et al, 1966).

Paspalum notatum Fluegge. Se le conoce comunmente como pasto bahía o remolino, su número cromosómico ($2X = 20$) y es un zacate perenne con raíz fibrosa y tallo rastrero, produce estolones y rizomas. Las hojas son lineal lanceoladas y cortas, la inflorescencia se compone de dos racimos terminales y raramente tres de 4 a 7 cm

de largo. La semilla es aovada y aplanada (Cárdenas, Reyes y Doll, 1972).

Paspalum plicatulum Michx. Llamado comunmente pajón de sabana o - pasto negro, es un zacate perenne con varios tallos erectos o de - cumbentes, alcanza alturas hasta de un metro; produce tallos que se desprenden de las partes bajas. Las hojas son largas, planas en la base y a veces plegadizas por encima, a menudo pubescentes, superficies y márgenes escabrosos. La inflorescencia tiene generalmen- te de 3 a 13 racumos esparcidos, espiguillas en pares una de ellas atrofiada, la semilla es lustrosa de color pardo cuando tierna y - marrón cuando madura (Anónimo, 1972).

2.3. Distribución y adaptación de las especies estudiadas.

Estas gramíneas se adaptan bien a zonas comprendidas entre el ni - vel del mar y 2300 m. de altura, son especies nativas de Centro y - Sudamética, crecen bien en suelos secos, húmedos y pesados de los - trópicos, a orillas de carreteras, canales y todo tipo de praderas - de clima cálido húmedo. (Anónimo, 1972).

2.4. Valor Nutritivo de los forrajes.

Para que un pasto se considere forrajero debe suplir las necesida - des de proteína y energía requerida para las funciones metabóli - cas corporales, este fenómeno, es comunmente conocido como requeri - mientos de mantenimiento. (Ulthorpe e Ivins, 1966). Aquellos que - aporten nutrientes en exceso, se podrán derivar para fines produc - tivos. Es evidente, que la calidad de los pastos está grandemente -

determinada por el consumo de nutrientes y por la adaptabilidad de ellos, para necesidades metabólicas particulares. Sin embargo, estos aspectos engloban dos interrogantes principales: a) Que factores determinan el consumo de materia seca y b) Cual es el valor nutritivo por unidad de forraje consumido.

2.4.1. Consumo de materia seca.

Raymond (1966), consideró que son dos los factores que determinan el consumo de los forrajes: a) extrínsecas (características del sistema de alimentación, medio ambiente, estado fisiológico del animal, etc) y b) intrínsecas (características mismas de los forrajes) Es significativo que el consumo de los pastos está grandemente influenciado por la digestibilidad de los mismos, (Mc Donald, 1963). Los rumiantes tienen una mayor capacidad para consumir forrajes con alta digestibilidad en comparación con aquellos que no la tienen; aparentemente, por ocupar un mayor espacio y tiempo que limitan la capacidad ruminal, Blaxter (1961), Blaxter (1962) concluyó que el consumo voluntario de los forrajes está íntimamente ligado a la digestibilidad y velocidad de pasaje.

Hutton (1962), encontró que el consumo de los zacates fue virtualmente independiente de la digestibilidad, cuando ésta fue mayor -- del 70%. Minson (1971), reportó consumos diferentes para pastos con iguales digestibilidades. Thompson (1965), estudiando varias especies de Ryegrass encontró mayores consumos para algunas especies con valor nutritivo inferior. Parece ser, que existen varias razones para que haya diferencias en el consumo de forrajes con valores nutritivos similares, Allison (1971) se lo atribuyó a la

digestión, donde la digestibilidad, juega el papel de factor operativo. Tilley, Derlaz y Outen (1964), se lo atribuyeron a la disminución de la tasa de digestión de la celulosa cuando el pH del rumen fué bajo. Estos mismos autores, concluyeron que pastos con alto contenido de carbohidratos solubles tienden a dar un pH ruminal inferior a 6.6. con lo que se puede especular que existe algún efecto sobre el consumo voluntario. Allison (1971) fundamentó que existen consumos elevados de algunas leguminosas por que pueden estar relacionadas en parte con pH ruminal elevado; lo que refleja, el alto contenido de nitrógeno soluble y un bajo contenido de carbohidratos de reserva es por esto que son rápidamente digeridos en el rumen.

La palabra "palatabilidad" para describir el subjetivo gusto por un pasto en particular, puede ser un término impreciso, que nos da, el grado de aceptabilidad por diferentes pastos. Este efecto, puede ser más marcado en determinadas especies, tal como lo reportó Crouse (1973), O'Donovan, Allison y Bakey (1963) encontraron marcadas diferencias en el consumo de varias líneas de *Phalaris* cuando estas se encontraban en el mismo estado de crecimiento.

2.4.2. Valor nutritivo por unidad de forraje consumido.

El valor nutritivo de cada kg. de forraje consumido depende básicamente de lo que aporta a los requerimientos de los rumiantes por energía y proteína; el aporte de estos componentes, debe ser de tal magnitud, que no limite la productividad animal bajo condiciones donde el forraje sea la única fuente de alimentación (Raymond 1966).

Usualmente, la utilidad de los pastos como una fuente de energía es es ta determinada por la digestibilidad de su materia seca, esto es, -- por la proporción de la energía del alimento consumido lo cual no es excretada en las heces. Medidas más precisas son energía metabo- lizante la cual resulta de la energía digerible menos las pérdidas en los gases del rumen y en la orina. Sin embargo, Armstrong (1960) presentó esquemas donde, la energía digerible, y la metabolizable - se pueden estimar con un alto grado de precisión a partir de sus - valores de digestibilidad. Esto ha enfatizado la importancia del - entendimiento de los factores que determinan la digestibilidad y - el estudio de métodos de laboratorio para estudiar la digestibili- dad de los forrajes (Raymond 1966; Tilley y Terru, 1963; Sullivan, 1962).

Existen numerosos reportes donde se ha correlacionado la composi- ción química de los forrajes con la digestibilidad (Arroyo Aguillá- et al, 1978; Miller y Cowlishaw, 1976; Minson, 1971). Una relación- poco aceptada ha sido la presentada entre los contenidos de proteí- na cruda y la digestibilidad de los forrajes. Lo cual, ha resulta- do ser casual y no útil para propósitos de predicción. La relación más usada, ha sido fundamentada entre la fracción fibrosa (Sullivan 1962) y en particular entre la digestibilidad y los contenidos de lignina (Minson, 1971). Armstrong et al (1964) encontraron que los - contenidos de energía metabolizable están íntimamente ligados a - los contenidos de lignina como un porcentaje de la materia orgáni- ca. Estos autores consideraron, que esta relación no puede ser apli- cada a otras especies, a un corte determinado o época del año. Min-

-son et al (1960) reportaron que las pendientes de las ecuaciones de regresión difirieron significativamente ($P < 0.01$), e indicaron, que un incremento dado en los contenidos de lignina en los rebrotes, decrecen la digestibilidad del forraje tanto o como en el primer corte. Esta es una buena evidencia para las diferencias entre especies y especialmente entre pastos y leguminosas.

Las técnicas puramente químicas es un momento dado pueden perder precisión, si consideramos que el proceso digestivo de los rumiantes es un fenómeno bacteriológico que puede ser afectado por la naturaleza física y estructura química del alimento. La digestibilidad, no solo depende de cuanta fibra exista en la planta, sino también de la distribución física de la misma, dentro de la planta. En particular, los caminos en los cuales la lignina está asociada con los polisacridos de la fibra. Los análisis puramente químicos, tienen sus limitaciones, ya que no considera la naturaleza física del alimento. Es por eso, que las técnicas "In vitro" para estimación de la digestibilidad de los forrajes ha tenido un gran desarrollo en los últimos tiempos; por considerar, tanto las características químicas como físicas de la planta. La evolución de estas técnicas ha sido fuertemente estudiado por Raymond (1965). En algunos métodos, una muestra de forraje es incubada bajo condiciones controladas con un inóculo de bacterias y protozoarios tomados del rumen "in vitro" y la digestibilidad, es calculada por el peso de los residuos no digeridos. Sin embargo, Tilley y Terry (1963) enfatizaron que elevadas cantidades de materia no digerible pueden ser digeridas en el tracto digestivo posterior bajo condición "in vivo".

Esto estaría corroborado por los bajos valores de digestibilidad obtenidos por los métodos "En vitro". No obstante Tilley y Terry (1963) desarrollaron un método que comprende dos estados en el cual, los residuos de la digestión bacteriana es incubada con pepsina y da resultados muy cercanos a la digestibilidad medida "n vivo".

La aplicación de este método a diferentes fracciones del forraje de una misma planta (hojas, tallos, peciolo, etc.) ha logrado un mayor entendimiento de algunos de los factores que controlan la digestibilidad de las hierbas (Terry, Tilley, 1964).

La digestibilidad de la materia orgánica en un forraje puede ser considerada en términos de dos principales componentes (Arroyo - Aguilá et al, 1978): su contenido de sustancias solubles en pepsina (principalmente, azúcares solubles, fructosana, pectinas, ácidos orgánicos y proteína digestible) y su contenido de fibra (ácidos urónicos, celulosa y hemicelulosa). La primera fracción, es totalmente digestible y la segunda, reduce la digestibilidad, si se mantiene altos sus contenidos dentro de la planta. Muchos esquemas para fraccionar los constituyentes químicos de la fibra han sido desarrollados (Gaillard, 1968; Van Soest, 1963; Sullivan, 1964) Sin embargo, la digestibilidad de esta fracción parece ser más dependiente de la estructura física que se guarda dentro de la planta. Gaillard (1962) reportó, que la celulosa de los pastos fue mucho más digestible que la de algunas leguminosas con los mismos contenidos de lignina, pero bajos en celulosa.

Es de considerable discusión; la razón, de porqué la digestibilidad de la fibra decrece al madurar fisiológicamente los forrajes, ya que al mismo tiempo, se ha observado un incremento en los contenidos de lignina. El estudio de este fenómeno, ha dislucidado que -- existe una alta relación con la disminución de la digestibilidad de la fracción fibrosa y es resultado de las incrustaciones de -- lignina en las cadenas de celulosa, formando un complejo conocido como lignina-carbohidrato (Minson, 1971). Existen innumerables -- estudios que demuestran la alta digestibilidad de la celulosa bajo condiciones "In vitro". (Dehority et al, 1962.) Evidencias, de -- la alta digestibilidad de la celulosa químicamente deslignificada han sido, también usadas, para sugerir, que la celulosa de los forrajes por sí misma, es altamente digestible. Cuando presenta baja digestibilidad, más bien es resultado de la lignificación de la planta. Sin embargo, existen trabajos que demuestran que el proceso de deslignificación puede alterar la estructura de la fibra vegetal y hacerla más digestible (Gaillard, 1966). Raymond (1966) fundamentó, que la digestibilidad de la celulosa medida "In vitro", puede -- ser más elevada que cuando se haya intacta dentro de los forrajes pero también decrece, al aumentar la edad de los mismos. Cuando -- los contenidos de celulosa de la planta se incrementan, existe un decremento en su digestibilidad, en adición a algunas depresiones por la lignificación. También puede suceder que la celulosa elaborada por plantas maduras, presente una estructura física altamente organizada; lo que provoca, que haya una menor digestibilidad por-

la acción bacteriana en el rumen en comparación con aquel forraje que provenga de plantas fisiológicamente inmaduras. En estudios detallados de la estructura de la celulosa, se ha encontrado que presenta dos formas; una amorfa y otra cristalina. Al madurar las plantas, la razón entre ambas formas se pierde por lo que se presenta una mayor cantidad de estructuras amorfas, las cuales son menos digestibles en comparación con las cristalinas (Raymond, 1966).

El ciclo de las hemicelulosas en la digestibilidad de los forrajes también es de interés considerarlo. En pastos jóvenes el contenido de hemicelulosa es generalmente mucho más bajo que el de celulosa, pero en plantas maduras la relación es a la inversa. La razón hemicelulosa:celulosa es más alta de los tallos que en las hojas. Al mismo tiempo, la digestibilidad de la hemicelulosa decrece mucho más rápido que la de la celulosa (Minson, 1964). Esto puede sugerir la preferencia que existe de partes vegetativas con bajos contenidos de hemicelulosa y con altos valores de digestibilidad. Podemos concluir, que los mecanismos de la digestibilidad de los forrajes están determinados, tanto por la estructura física del alimento como por su composición química.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización y descripción del área.

El presente trabajo, se realizó en el Laboratorio Central de la Rama de Ciencia Animal, del Colegio Superior de Agricultura Tropical de Cárdenas, Tabasco. Localizado a 18° de latitud norte y 94° 34' de longitud este y a 11 m.s.n.m. en la región conocida como la Chontalpa. El área exhibe una topografía plana. Actualmente la vegetación dominante son pastizales inducidos y artificiales, los que sustituyeron a la original del lugar que era selva alta perennifolia (Miranda y Hernández, 1959). Los suelos son de origen aluvial, profundos con textura arcillo-limosa y con un pH de 6.2

3.2. Clima.

El área presente un clima cálido-húmedo del tipo Am(f) W(i)g de acuerdo a García (1973). La media anual de precipitación es de 2204 mm. ocurriendo la menor durante Marzo (52.8 mm) y la máxima en Octubre (377.5 mm). La evaporación promedio anual es de 1227.6 mm siendo la mayor en mayo (150.7 mm) y la menor en Enero. Las medidas máximas de temperatura varían de 34.7°C (Mayo) a 23.9°C (diciembre), las mínimas van desde 16.8°C en enero a 23.8°C en agosto. Los días nublados se presentan con mayor frecuencia en Diciembre (71.6%) y tienen su menor incidencia en mayo (22.5%). La humedad relativa varía de 78% (Mayo a 87% (Diciembre).

3.3. Especies estudiadas.

Las especies estudiadas fueron 5 zacates del género *Paspalum*:

- 1) *P. virgatum*

- 2) *P. fasciculatum*
- 3) *P. conjugatum*
- 4) *P. notatum*
- 5) *P. plicatulum*

Todos estos pastos son utilizados como forraje en el estado de Tabasco, aunque existen lugares donde algunos son considerados malas hierbas. Las primeras cuatro especies fueron localizadas en los terrenos experimentales del Colegio Superior de Agricultura-Tropical; el último, se localizó en la Sabana de Huimanguillo, Tabasco, distante 20 km. al sur del primer sitio. Los zacates fueron desarrollados en sitios individuales sin réplicas, donde la población dominante era la especie estudiada.

3.4. Metodología.

En praderas naturales pobladas por los pastos respectivos, se localizaron cinco sitios (uno por especie) que se excluyeron del pastoreo en una superficie de 400 M^2 (20 x 20m) con postes de madera y alambre de púas. El pasto que se encontró dentro de ellas fue cortado al ras del suelo con machete, para posteriormente iniciar el período experimental que comprendió del 24 de febrero al 24 de abril de 1978. Se hicieron 6 muestreos de pasto a intervalos de 10 días, en cada muestreo se tomaron 10 muestras al azar de M^2 cada una, se cortaron a 10 cm. sobre el suelo con machetes. Utilizando una báscula de reloj, se determinó el peso húmedo de las muestras. Posteriormente, se tomaron 10 submuestras de 200 g las que se colocaron en bolsas de papel previamente rotuladas para determinar su contenido de materia seca (AOAC, 1970).

Estas fueron molidas y con la totalidad de las muestras de cada uno de los cortes, especie y sitio respectivo se hizo un pool para tomar cuatro submuestras que se emplearon para determinar su contenido de proteína cruda, fibra cruda, ENN, cenizas (AOAC, - 1970) y digestibilidad "In vitro" (Tilley y Terry, 1963).

Para relacionar las variables, todos los datos fueron analizados estadísticamente, se determinó su desviación estandar, coeficiente de correlación y ecuaciones de regresión (Steel y Torrie 1960).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Para mayor facilidad en el manejo de los datos, los resultados se presentaron en el siguiente orden: primero, los constituyentes individuales de la materia seca y la digestibilidad; al final la relación global de los mismos.

4.1. Nitrógeno.

Los valores promedios del contenido de proteína cruda en la materia seca de 5 zacates del género *Paspalum*, se muestran en la Tabla 1.

Los más altos valores de proteína cruda (PC) se obtuvieron a los 10 días de edad con 14.2, 12.6, 10.4, 9.5 y 9.2% para *P.virgatum*, *P.conjugatum*, *P.fasciculatum*, *P.notatum* y *P.plicatulum*, respectivamente. A medida que la edad se incrementó, los contenidos de proteína cruda se redujeron notablemente (Figura 1). *P.virgatum* fue la especie que presentó los mayores valores de proteína cruda con 10.6% seguido de *P. conjugatum* (9.9%), *P.fasciculatum* (8.4%), *P.notatum* (8.0%) y *P.plicatulum* (7.8%).

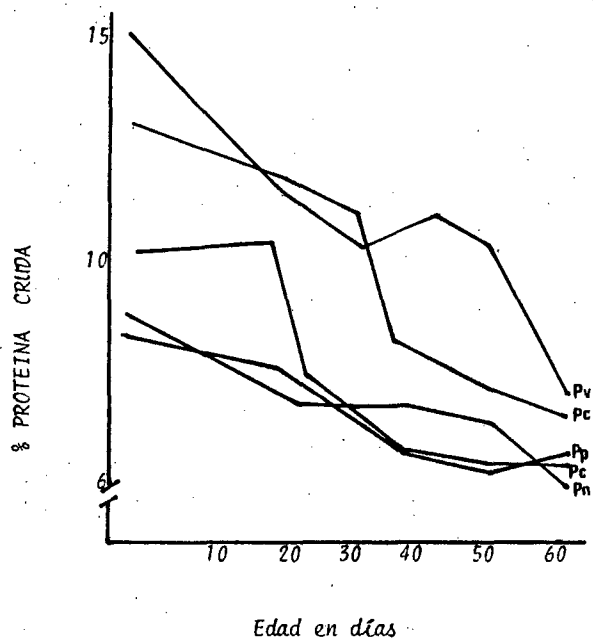
Los mayores contenidos de proteína cruda correspondieron a los primeros estadios de desarrollo, donde se llevó a cabo una intensa actividad plasmática (Epstein, 1975) que provocó una mayor absorción de nitrógeno del suelo (Alcalde, 1975). Al aumentar la edad de los forrajes, la división y elongación celular disminuyó notablemente, por tanto los sinks metabólicos de nitrógeno se redujeron, esto se reflejó, significativamente en los contenidos de proteína cruda de la materia seca fisiológicamente madura (Hewitt y Smith, 1975).

Tabla I. Valores promedios del contenido de proteína cruda (%) en función de la edad de cinco zacates tropicales.

Edad en días	E S P E C I E S				
	<i>P. virgatum</i>	<i>P. fascicu latum</i>	<i>P. conju gatum</i>	<i>P. nota tum</i>	<i>P. plicatu lum</i>
10	14.20	10.40	12.64	9.53	9.29
20	11.28	10.50	11.69	8.33	8.77
30	10.28	8.71	11.07	8.10	8.41
40	10.91	7.68	8.83	8.33	7.41
50	9.64	7.12	8.33	7.89	8.85
60	7.74	6.48	7.24	6.25	6.58
\bar{X}	10.67a	8.48b	9.96a	8.07b	7.88bc
d.e.	+2.13	+ 1.69	+ 2.12	+1.05	+1.09

Medias con letras desiguales son diferentes entre sí ($P < 0.05$).
d.e. (Desviación Estandar).

Figura 1. Cambios en el contenido de proteína cruda de cinco pastos tropicales.



4.2. Fibra.

Los valores promedios del contenido de fibra cruda (FC) en la materia seca de cinco zacates del género *Paspalum* se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores promedios del contenido de fibra cruda (%) en función de la edad de cinco zacates tropicales.

Edad en días	E S P E C I E S				
	<i>P.virgatum</i>	<i>P.fascicu latum</i>	<i>P.conju tum</i>	<i>P.nota tum</i>	<i>P.plicatum</i>
10	25.87	26.02	28.02	25.29	29.25
20	28.56	25.66	33.64	25.30	33.73
30	30.09	28.43	30.74	28.99	36.46
40	33.61	28.00	33.34	28.30	37.06
50	39.34	36.96	37.23	31.93	38.93
60	41.31	35.27	34.65	36.57	42.09
\bar{x}	33.13a	30.05bc	32.93b	29.39bc	36.25a
d. e.	+6.14	+4.48	+3.19	+4.31	+6.02

Medias con letras desiguales son diferentes entre si ($P < 0.05$)

d. e. (Desviación Estandar).

Los valores del contenido de fibra cruda mostraron diferencias ($P < 0.01$) entre especies. Los menores se obtuvieron a los 10 días de edad y variaron de 25.87% para *P.virgatum* a 25.29% para *P.nota-tum*. A partir de esta edad, los resultados mostraron una clara tendencia positiva (Figura 2) conforme aumentó la edad de las plantas hasta presentar sus más altos valores a los 60 días de edad, donde variaron de 42.09% (*P.plicatum*) a 34.65% (*P.conjugatum*).

Los menores contenidos se obtuvieron cuando los forrajes presentaron su etapa logarítmica de crecimiento, y fué resultado del esta-

-do fisiológicamente joven que tenían los tejidos. Es decir, las células aún no habían formado su pared celular secundaria (Salisbury y Ross, 1974). Por lo tanto, la presencia de componentes fibrosos fue baja (Milthorpe e Ivins, 1966). Al incrementarse la edad de los zacates, las células formaron su pared secundaria, provocando un incremento en la síntesis de celulosas, hemicelulosa y lignina (Raymond 1975).

4.3. Extracto no nitrogenado (ENN).

Los valores promedios del contenido de ENN en la materia seca de cinco zacates del género *Paspalum* se muestran en la Tabla 3.

Los resultados no mostraron una tendencia definida en cuanto a la edad de los pastos. Entre especies existieron diferencias ($P < 0.01$) Los más altos valores los tuvo *P. notatum* en comparación de *P. plin-catum* que conservó los más bajos. En general, valores bajos se obtuvieron en las etapas de intenso crecimiento de los zacates, donde existió una gran demanda energética que no permitió que existiera acumulación de carbohidratos de bajo peso molecular. (Smith, 1966). Al disminuir el crecimiento, las necesidades de energía decrecieron; por lo tanto, las plantas tuvieron oportunidad de acumular carbohidratos resultantes de la actividad fotosintética (Smith, 1968). Esto último, explicaría los altos valores relativos obtenidos entre los 40 y 60 días de edad.

Figura 2. Cambios en el contenido de fibra cruda de cinco zacates tropicales.

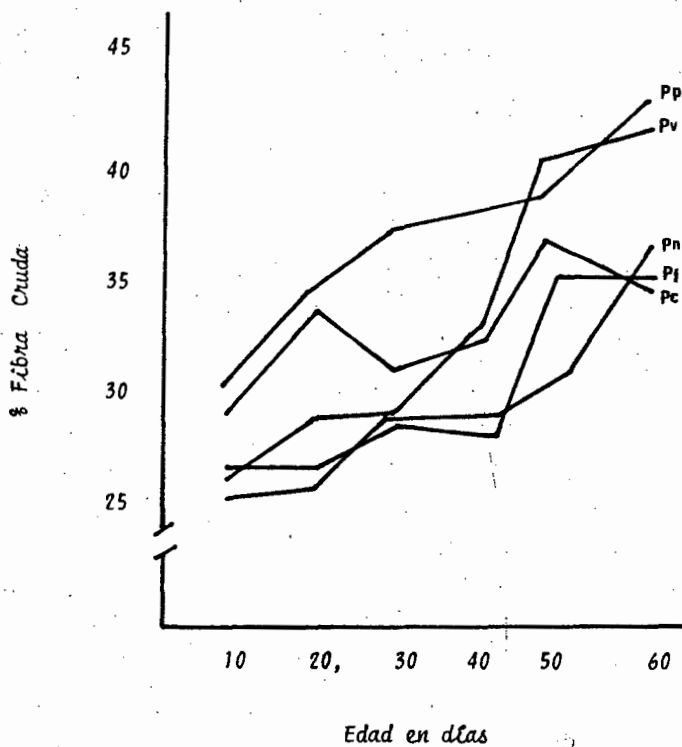


Tabla 3. Valores promedios del contenido de ENN (%) en función de la edad de cinco zacates tropicales.

Edad en días	E S P E C I E S				
	<i>P. virgatum</i>	<i>P. fasciculatum</i>	<i>P. conjugatum</i>	<i>P. notatum</i>	<i>P. plicatum</i>
10	42.44	41.34	31.41	46.61	46.95
20	45.19	35.48	28.73	49.51	44.45
30	43.95	43.25	42.43	42.19	38.26
40	41.21	45.80	44.91	51.16	40.20
50	36.64	37.27	41.51	47.92	38.92
60	39.04	45.40	46.77	47.08	38.40
\bar{X}	41.41b	41.42b	39.26bc	47.40a	41.19b
d. e.	+3.16	+4.26	+7.41	+3.07	+3.64

Medias con letras desiguales son diferentes entre sí ($P < 0.05$)

d. e. (Desviación Estandar)

4.4 Cenizas.

Los valores promedios del contenido de cenizas (CZ) en la materia seca de cinco zacates del género *Paspalum* se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores promedios del contenido de cenizas % en función de la edad de cinco zacates tropicales.

Edad en días	E S P E C I E S				
	<i>P.virga- tum</i>	<i>P.fascicu- latum</i>	<i>P.conju- gatum</i>	<i>P.nota- tum</i>	<i>P.plicatu- lum</i>
10	15.63	20.07	26.60	14.85	13.39
20	11.83	24.48	24.55	15.18	11.85
30	12.79	16.62	14.58	14.16	15.44
40	12.49	15.75	10.97	14.44	14.14
50	13.07	16.51	11.65	11.93	13.94
60	10.28	10.21	9.50	8.48	11.46
\bar{X}	12.68bc	17.27a	16.30a	13.17b	13.37b
d. e.	+1.75	+4.75	+7.39	+2.56	+1.49

Medias con letras desiguales son diferentes entre sí ($P < 0.05$)

d. e. (Desviación Estandar).

Para valores mostraron diferencias ($P < 0.01$) entre especies, - los más altos resultados se obtuvieron a los 10 días de edad, a partir de aquí, mostraron una clara tendencia a disminuir con - forme aumentó la edad de los zacates, hasta obtener sus más ba- - jos valores a los 60 días. Los más altos se obtuvieron cuando - la actividad metabólica de los forrajes fué intensa, lo que --

provocó que las plantas demandaran una alta absorción de nutrimentos del suelo (Epstein, 1973). Esto se reflejó, en su contribu -- ción a la composición química. Al disminuir el crecimiento, la actividad metabólica se redujo; por ende, la absorción radical - (Whiteman, 1975). Además, las cenizas se diluyeron en los tejidos viejos al existir acumulación de compuestos orgánicos (Hewitt y - Smith, 1975).

4.5. Digestibilidad.

Los valores promedios de la digestibilidad "En vitro" (DTG) de la materia seca de cinco zacates del género *Paspalum* se muestran en la Tabla 5.

Las digestibilidades fueron bajas en todos los estados de creci - miento y en todas las especies, las más altas se obtuvieron a los 10 días de edad para posteriormente presentar una tendencia lineal negativa en función de la edad (Figura 3), hasta obtener sus valo - res más bajos a los 60 días, variando de 31.2% (*P. conjugatum*) a - 18.4% (*P. virgatum*). Los valores promedios de digestibilidad fue - ron de 34.1, 33.3, 33.3, 28.2 y 27.5% para *P. fasciculatum*, *P. notatum*, *P. conjugatum* y *P. virgatum*.

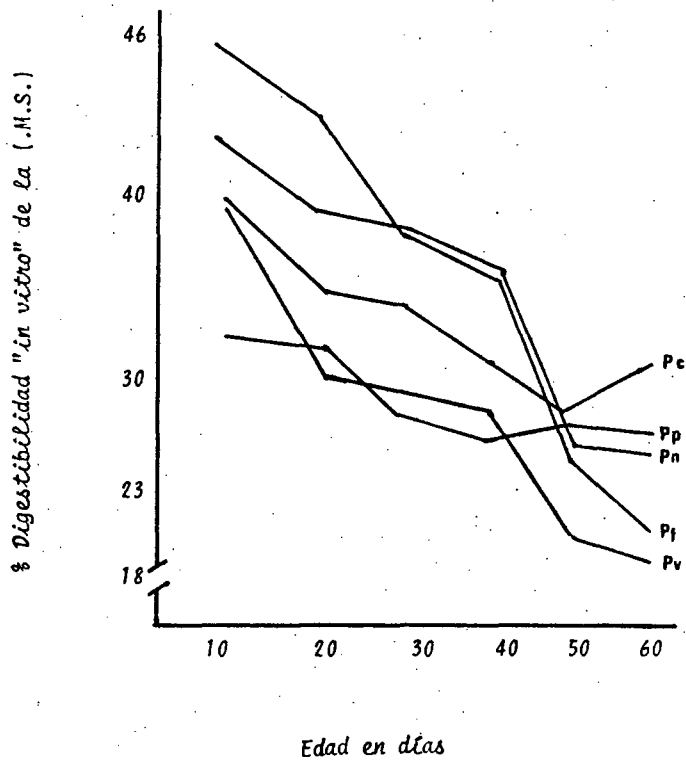
Tabla 5 Valores promedios de la digestibilidad "in vitro" del % la materia seca, en función de la edad de cinco zacates tropicales.

Edad en días	E S P E C I E S				
	<i>P. virgatum</i>	<i>P. fascicu latum</i>	<i>P. conju gatum</i>	<i>P. nota tum</i>	<i>P. plicatum</i>
10	39.07	45.69	39.80	42.47	32.28
20	29.97	43.30	34.32	39.60	31.28
30	29.28	37.88	33.98	37.98	27.92
40	28.49	34.61	32.39	32.99	26.68
50	19.84	24.10	28.11	25.05	26.62
60	18.45	19.45	31.28	24.30	25.62
\bar{X}	27.51b	34.17a	33.31a	33.39a	28.22b
d. e.	+ 7.54	+ 10.47	+ 3.88	+ 7.66	+ 2.90

Medias con letras desiguales son diferentes entre sí ($P < 0.01$)
d. e. (Desviación Estandar)

Valores bajos de digestibilidad para gramíneas tropicales han sido reportados por un numeroso grupo de investigadores (Miller y Cowlishaw, 1975; Arroyo-Aguilá, 1975; Minson y McLeod, 1973), establecieron que los zacates de latitudes bajas presentan mecanismos muy eficientes para sintetizar carbohidratos estructurales. Además, las altas temperaturas e intensidades luminosas que imperan en los trópicos provocan que las especies que ahí prosperan maduren fisiológicamente a edades muy tempranas (Navarro, 1978). Los decrementos en la digestibilidad después de los 20 días fueron causados básicamente por la aparición de lignina en la formación de paredes celulares secundarias (Smith, 1972) y por la dilución del contenido relativo de nitrógeno por la acumulación absoluta de componentes fibrosos (Minson, 1971) en la materia seca.

Figura 3. Cambios de la digestibilidad "En vitro" de cinco zacates tropicales.



4.6. Discusión global.

La relación de los constituyentes vegetales y de la digestibilidad con la edad de cinco zacates del género *Paspalum* se muestran en la Tabla 6.

Tomando en consideración todos los pastos, los contenidos de proteína cruda, fibra cruda y digestibilidad "IN vitro" fueron correlacionados significativamente ($P < 0.01$) con la edad, con coeficiente positivo para la fibra y negativos para la proteína y la digestibilidad. Es decir, mientras que los contenidos de fibra se incrementaron la proteína y la digestibilidad decrecieron drásticamente (Figura 4). Relaciones similares fueron obtenidas por Arroyo-Aguilú (1978), Arroyo-Aguilú y Coward (1974).

La digestibilidad es resultado de la relación proteína: fibra (Mc DONALD, Edwards y Grienhalgh, 1973). Es por esto, que en forrajes jóvenes es alta, ya que el contenido de fibra es relativamente bajo y el de compuestos nitrogenados es elevado; al invertirse la razón, es lógico que la digestibilidad se reduzca. Sin embargo, en las especies estudiadas aún en los estadios jóvenes, la digestibilidad fue baja, ya que los valores de fibra encontrados fueron altos y redujo aún más al diluirse la proteína por la acumulación de componentes fibrosos al avanzar la madurez fisiológica de los forrajes (Navarro, 1978).

Tabla 6. Coeficientes de correlación simple entre la edad y los constituyentes químicos y digestibilidad "En vitro. de cinco zacates tropicales.

Constitu yentes.	E S P E C I E S				
	<i>P.virga tum</i>	<i>P.fascicu latum</i>	<i>P.conju gatum</i>	<i>P.nota tum</i>	<i>P.plica tulum</i>
Proteína cruda	-0.91**	-0.97**	-0.98**	-0.89**	-0.98**
Fibra	0.98**	0.87**	0.77*	0.93**	0.97**
ENNa	-0.76*	0.35	0.84**	-0.59	-0.84**
Cenizas	-.071*	-0.83**	-0.92**	-0.72*	-0.16
Digestibi lidad.	-0.95**	-0.98**	-0.86**	-0.98**	0.97**

** ($P < 0.01$)

* ($P < 0.05$)

a ENN. Se determinaron por diferencia.

Al relacionarse la digestibilidad con los contenidos de proteína cruda y fibra cruda se encontraron coeficientes de correlación - significativos ($P < 0.01$) de $r = -.90$ y $r = .94$ para proteína - y fibra respectivamente (Figura 5).

La relación entre varios constituyentes de cinco zacates del género *Paspalum* se muestran en la Tabla 7.

En todos los pastos el contenido de nitrógeno fue significativa - mente ($P < 0.01$) correlacionado con el contenido de fibra, excep - to en *P.conjugatum* que fue significativo al 5%. Los contenidos - de nitrógeno guardaron una función inversa con respecto a los de

FIGURA 4. Valores medios de los contenidos de proteína cruda, fibra y digestibilidad "In vitro" con la edad de cinco zacates-tropicales.

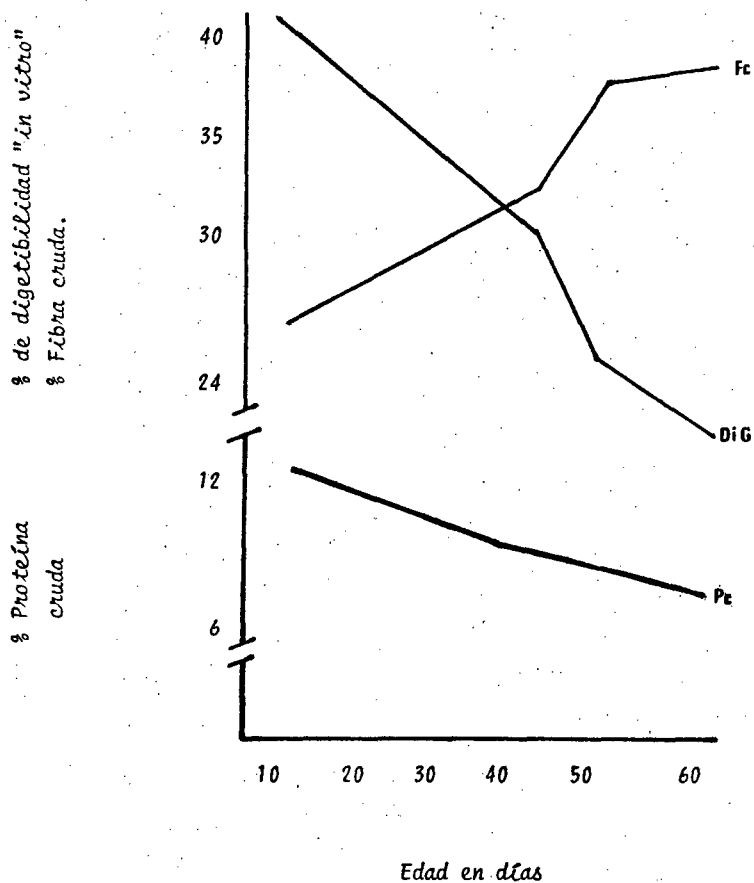


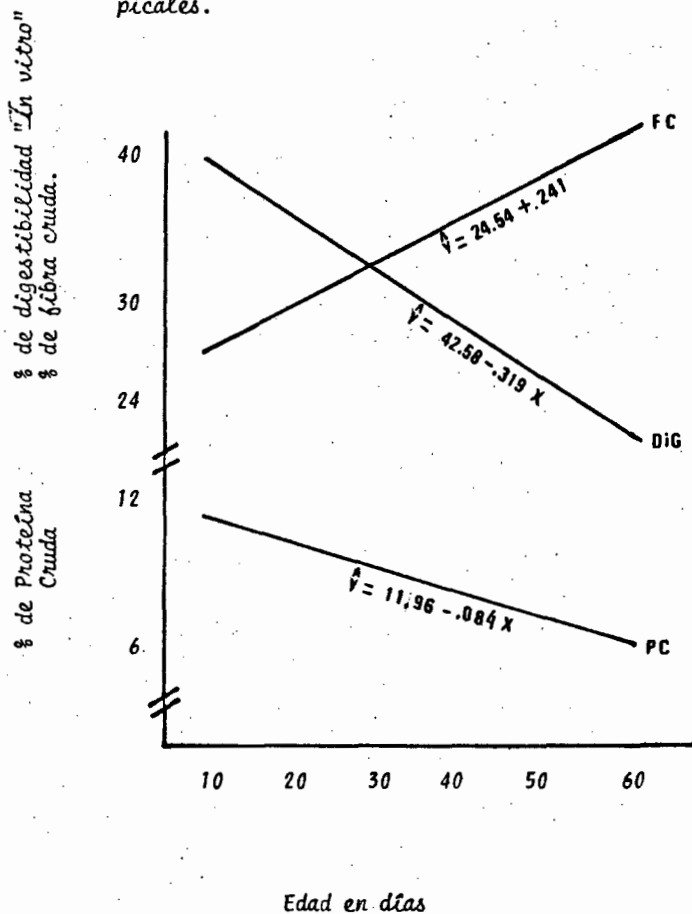
Tabla 7. Coeficiente de correlación simple entre varios constituyentes de cinco zacates tropicales.

Constitu yentes	E S P E C I E S				
	<i>P. virga tum</i>	<i>P. fascicu latum</i>	<i>P. conju gatum</i>	<i>P. nota tum</i>	<i>P. plicatu lum</i>
N x 6.25 Vs fibra	-.88**	-.85**	-.78*	-.91**	-.94**
N x 6.25 Vs cenizas	.88**	.89**	.91**	.80**	.16
N x 6.25 Vs ENN	.49	-.48	-.84**	.22	.79**
Fibra Vs cenizas	-.63*	-.78(-.63*	-.63*	-.78*
Fibra Vs ENN	-.84**	.06	.52	-.25	.06
ENN Vs cenizas	.14	-.74*	-.96**	-.58	-.28

** (P 0.01)

* (P 0.05)

Figura 5. Relación de la digestibilidad "in vitro" y los contenidos de proteína cruda y fibra de cinco zacates tropicales.



fibra. Las relaciones del nitrógeno con el ENN fueron significativas ($P < 0.01$) para *P. conjugatum* y *P. plicatum* y no lo fueron para las otras tres especies. La función o relación entre el contenido de cenizas y el de proteína cruda fue significativa ($P < 0.01$) para todas las especies, excepto para *P. plicatum*. El contenido de fibra de los cinco zacates fue correlacionado significativamente ($P < 0.05$) con el contenido de cenizas. La relación entre fibra y ENN no fue muy clara ya que para *P. conjugatum* fue significativo el 1%. Para *P. fasciculatum* al 5%, para los otros tres pastos no fue significativo.

En la tabla 8 se muestran los coeficientes de correlación simple entre los constituyentes, la edad y la digestibilidad de cinco zacates del género *Paspalum*.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Tabla 8. Correlaciones simples entre los constituyentes, la edad y la digestibilidad "En vitro" de cinco zacates tropicales.

	N x 6.25	Fibra	ENN	Cenizas	Digestibilidad
Edad	-.95**	.91**	.19	-.67*	-.89**
N x 6.25		-.87**	.03	.73*	.90**
Fibra			-.28	-.55	-.94**
ENN				-.37	.15
Cenizas					.74*

** ($P < 0.01$)

* ($P < 0.05$)

Al relacionar todas las variables y los constituyentes de todas las especies se encontró que la edad fué el factor que más influyó en las relaciones de los constituyentes del forraje y en la digestibilidad, ya que fueron significativas ($P < 0.01$) para el contenido de nitrógeno, fibra y la digestibilidad; para el contenido de cenizas fué solo al 5% mientras que, para el ENN no lo fué, la proteína cruda mantuvo una relación muy estrecha ($P < 0.01$) con la fibra y la digestibilidad, así como la fibra lo mantuvo con la digestibilidad ($P < 0.01$).

V. CONCLUSIONES

Comparados con algunos pastos templados (Colburn, Evans y Ramage, 1968) y tropicales (Veitia y Márquez, 1973), las cinco especies estudiadas del género *Paspalum*; presentaron un alto contenido de carbohidratos estructurales, bajos contenidos de proteína cruda ($N \times 6.25$). Y con valores de digestibilidad demasiado bajos desde los primeros estadios de crecimiento. Esto pastos, se pueden considerar como deficientes para la producción animal, lo que no justifica la presencia de dichas especies en grandes extensiones del trópico húmedo mexicano, por lo tanto es necesario que en áreas con suelos de buena a regular calidad se consideren como malas hierbas y que solo sean explotados en terrenos donde no prosperan otras especies de mejor calidad o bien, que sean utilizadas en prácticas mecánicas o culturales de conservación de suelos.

VI. RESUMEN

Se realizó un experimento en el Laboratorio Central de la Rama de Ciencia Animal del Colegio Superior de Agricultura Tropical de Cárdenas, Tabasco. En el que se estudió el efecto de la edad sobre la composición química y la digestibilidad "In vitro" de la materia seca de cinco pastos del género *Paspalum*. Las fracciones químicas se determinaron con los métodos aceptados por la AOAC (1970) y la digestibilidad "In vitro" por el método propuesto por Talley y Terry (1963).

Se encontraron diferencias ($P \leq 0.01$) entre algunos de los valores promedios de los constituyentes y la digestibilidad "In vitro" de las especies estudiadas. Con las fracciones químicas de la materia seca se tuvo una correlación positiva ($P \leq 0.01$) para fibra cruda y negativas para proteína cruda, cenizas y digestibilidad "In vitro". Lo anterior probablemente se debió a las características intragénicas de los pastos, ya que presentan mayor capacidad para sintetizar carbohidratos preferentemente de alto peso molecular y baja síntesis de proteínas, manteniendo así, una relación fibra:proteína desfavorable a través de su ontogenia. La edad, fue el principal factor determinante de la constitución química y de la digestibilidad de los zacates, así como de las relaciones encontradas entre diferentes componentes de la materia seca de los pastos.

VII. LITERATURA CITADA.

- Alcalde, B.S. 1975. *Apuntes de la clase Nutrición Vegetal*. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo México.
- Allison, D.W. 1971. Influence of photoperiod and thermoperiod on the IVDMD and cell wall components of tall fescue. *Crop. Sci.* 11:456.
- Anónimo. 1972. *Gramíneas y leguminosas en Colombia*, Manual No.10 de Asistencia Técnica. I.C.A. Colombia.
- AOAC. 1970. *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. Horowitz, W. (Ed) Washington, AOAC. 11th. Edn.
- Armstrong, D.G. 1964. Influence of water stress on parameter associated with herbage quality of *Panicum maximum* Var. *Trochoglume*. *IBID.* 26:127.
- Arroyo-Aguilú, T.A.; Tessema; S.Mc.Dowell; R.E.; Van Soest; P. J.; Ramírez; A. y Rendel, P.F. 1978. Chemical composition and *in vitro* digestibility of five heavily fertilized tropical grasses in Puerto Rico. *J. Agr. Univ. P.R.*
- Arroyo-Aguilú, J.A.; y Coward-Lord, J. 1974. Relationships between and within physical and chemical constituents and *in vitro* true digestibility in tropical forage grasses. *J. Agr. Univ. P.R.*, 58: 437.

- Blaxter, K.L. 1961. The heat of combustion of the tissues of cattle in relation to their chemical composition. *Brit. J. Nutrit.* 15:83
- Blaxter, K.L. 1964. *Metabolismo energético de los rumiantes*. Ed. Acribia. España.
- Cárdenas, J.; Reyes, C. y Doll, J.D. 1972. *Malezas tropicales*. Vol. I. I.C.A. Colombia.
- Colburn, M.W.; Evans, J.L. and Ramage, C.H. 1968. Apparent and true digestibility of forage nutrients by ruminants. *J. Dairy Sci.* 51:1450-7
- Crouse, B.W. 1973. Effect of growing temperature on chemical physical properties of kenaf fibres. *Crop. Sci.* 13:52
- Davies, W. 1960. *The grasses crop*. 2a. Ed. Spon. London.
- Epstein, E. 1972. *Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives*. Wiley Internacional, London.
- Gaillard, B.D.E. 1968. The effect of different extraction procedures on the recovery of cell walls in forage and faeces from cattle and sheep. *J. Agric. Sci. Cambridge.* 78:351.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)* UNAM. México.

- Hewitt, E. J. and T.A. Smith. 1975. *Plant mineral nutrition*.
English University Press. London.
- Hitchcock, A.S. 1971. *Manual of the grasses of the united states*.
Vol. II. Ed. Dover. N.Y.
- Hutton, J.B. 1962. *Studies of the nutritive value of New Zealand-dairy pastures. II herbage intake and digestibility studies with dry cattle* N. of Agric. Res. 5:409-24.
- Navarro, Ch. G. 1977. *La producción animal en la época de nortes en el trópico húmedo. La producción animal en el trópico*. C.S.A.T. y C.I.E.G.
Villahermosa, Tabasco, México.
- Navarro, Ch. G. 1978, *Producción primaria de una pradera de Brachiaria mutica bajo tres presiones de pastoreo*. Tesis de M.C., Colegio Superior de Agricultura Tropical, Cárdenas, Tabasco, México.
- Mc Donald, P.; Edwards, R.A. y Greenhalgh, J.F.D. 1973.
Nutrición Animal, 2a. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Miller, J.L. y Cowlshaw, S.J. 1978. *Effects of stage of growth and season on the nutritive value of four digit grasses in Trinidad*. Dep. of Livestock - Sci, Univ. of The West Indies. St. Augustine, Trinidad.

Milthorpe, L.F. e Ivins, D.J. 1966. *The growth of cereals and grasses*. London. Butterworths.

Minson, D.J. 1971. *Influence of lignin and silicon on a sumative system for assessing the organic matter digestibility of Panicum*. Aust.J.Agr. Res.22: 589-98.

Minson, D.J. 1971. *Influence of lignin and silicon a sumative - system for asessing the organic matter digestibility of Panicum aust.* J.of Agric. Res. 22: 589.

Minson, D.J. and J. McLeod. 1970. *The digestibility of temperate and tropical grasses*. Proc. XI. Int.Grassld Congr. Queensland.

Miranda, F. y E. Hernández X 1963. *Clasificación de los tipos de vegetación de México aplicable a los levantamientos forestales*. Bol. Soc. Bot. Mex. 28:27.

Morales, L.; Solano, F.; Doll, J.; Otavo, J. y Vargas, D. 1974. *Algunas malezas de potreros tropicales*. Manual No. 19 Asistencia Técnica ICA-CIAT-UN Colombia.

O'Donovan, P.B.; D.W. Allison y R.W. Bailey, 1963. *The celulose lignin complex in forage and its relation ship to forage nutritive value*. J.of Agric. Sci. Cambrindge. 74:23.

- Raymond, W.F. 1965. The *in vitro* measurements of herbage digestibility and assessment of nutritive value. Proceeding of the 8th International Grasses. Congr.
- Raymond, W.F. 1966. Biochemical aspects of quality in grasses. En: Milthorpe, L.F., Ivins, D.J. The growth - of cereals and grasses, London, Butterworths.
- Salisbury, F.B. and C. Ross. 1969. Plant Physiology, Wards worth-Pub. Co. California, U.S.A.
- Sánchez, S.O. 1974. La flora del valle de México, Ed. Herrero. México.
- Smith, D. 1964. Studies on the northern Rhodesia Hyparrhenia veld IV. The effects of nitrogen fertilizer and - defoliation. J. Agric. Sci. 62:299.
- Smith, D. 1968. Carbohydrate in grasses. IV. Influence of temperature on the sugar, and fructosan composition of timothy plant parts at anthesis. Crop. Sci. 8:331
- Smith, D. 1972. Total nonstructural carbohydrate concentration - in the herbage of several legumes and grasses at first flower. Agron. J. 64:705
- Steel, D.G.R. and H.J. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw Hill Book Co. New York.
- Sullivan, F.T. 1962. Evaluation of forage crops by chemical analysis a critique. Agron. 54-511.
- Thompson, D.J. 1964. Structural carbohydrate levels in kikuyu --

grass and Ryegrass grown under identical conditions. N.Z. J. of Agric. Res. 16:203

- Tilley, J.M. y Terr, R.A. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassld. Soc. 18:104
- Tilley, J.M. y Terry, R.A. 1964, The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an in vitro procedure. Journal of the British Grassl Society. 19:363-372.
- Tilley, J.M.; R.E. Deriaz and G.E. Outen. 1964. The in vitro technique its modifications for standardizing digestibility of large number of pasture samples. Exp. Prog. Grasslad Res. Instit. 16:64
- Van Soest, P.J. 1963. A note on the suitability of the in vitro digestibility technique for very small plant samples, J. British Grassld. Soc. 27:261.
- Veitia, J.L. y Márquez, J.R. 1973. Digestibilidad del pasto Pango la (*Digitaria decumbens*) verde y heno de la hierba de Rhodes (*Chloris gayana*) a tres intervalos de cortes. Est. Exp. de pastos y forrajes "Indio Hatuey", Cuba.
- Whiteman, P.C. 1975. Pasture plant physiology, En: Management of improved tropical pasture. University of Queensland, Australia.
- Whyte, O.R.; Moir, T.R.G. y Cooper, S.P. 1966. Las gramíneas en la agricultura. Cuaderno Est. Agrp. No. 42-FAO, Roma.