

✓
COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LOS

PASTOS ELEFANTE (Pennisetum purpureum, Schumach)

Y GUINEA (Panicum maximum, Jacq)

EN TRES EPOCAS DE CORTE

T E S I S

ANALIZADO

Presentada al Programa de Estudios para Graduados en

Ciencias Agrarias Universidad Nacional - Instituto

Colombiano Agropecuario ICA

Por

✓
CARLOS ENRIQUE GOMEZ RODRIGUEZ

Como requisito parcial para optar el título de

MAGISTER SCIENTIAE

Bogotá - Colombia
1977

TESIS APROBADA POR COMITE CONSEJERO :

Presidente de Tesis

JAVIER BERNAL E. Ph.D.

Profesor Consejero

ENRIQUE ALARCON M. Ph.D.

Profesor Consejero


EDGAR CEBALLOS B. Ph.D.

" El Presidente de Tesis y el Consejo
Examinador de Grado, no serán res-
ponsables de las ideas emitidas por
el candidato "

(Artículo 217 de los Estatutos de
la Universidad Nacional)

D E D I C O :

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A DORA LUZ

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis mas sinceros agradecimientos al Doctor JAVIER BERNAL E., Presidente de Tesis por su valiosa y desinteresada colaboración.

Al Doctor ENRIQUE ALARCON M., por su eficaz asesoria.

Al Doctor ANGELO MICHIELIN DE PIERI, por su constante apoyo y sin cuya colaboración no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Al Doctor EDGAR CEBALLOS B., por su acertada orientación.

Un agradecimiento muy especial a los Doctores ORLANDO RENDON C. y HECTOR ALVAREZ G., por su empeño, apoyo y decidida colaboración para la exitosa culminación de este trabajo.

Mi reconocimiento a la sección de Estadística y Biometria por la realización del análisis Estadístico.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Descripción de las especies estudiadas	3
2.1.1. Guinea	3
2.1.2. Elefante	5
2.2. Valor nutritivo	6
2.2.1. Proteína	7
2.2.2. Constituyentes de la pared celular	9
2.3. Digestibilidad <u>In Vitro</u> de la materia seca	17
3. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Localización y especies	23
3.2. Análisis químicos	24
3.2.1. Proteína cruda (PC)	24
3.2.2. Contenido de pared celular	24

	Página
3.2.3. Constituyentes de la pared celular	24
3.3. Digestibilidad <u>In Vitro</u>	25
3.4. Análisis estadístico	26
4. RESULTADOS Y DISCUSION	27
4.1. Contenido de proteína cruda (PC)	27
4.2. Contenido de pared celular y sus constituyentes.	30
4.3. Digestibilidad verdadera de la materia seca <u>In Vitro</u>	41
5. CONCLUSIONES	50
6. RESUMEN	52
7. SUMMARY	55
BIBLIOGRAFIA	58
APENDICES	78

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Contenido de proteína cruda en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). <u>Pal</u> mira, 1977.	28
TABLA 2. Contenido de pared celular en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.	31
TABLA 3. Contenido de fibra en detergente ácido en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.	33
TABLA 4. Contenido de lignina en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.	35

TABLA 5. Contenido de celulosa en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en <u>base seca</u>). Palmira, 1977.	37
TABLA 6. Contenido de hemicelulosa en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en <u>base seca</u>). Palmira, 1977.	38
TABLA 7. Contenido de sílice en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en <u>base seca</u>). Palmira, 1977.	40
TABLA 8. Coeficientes de digestibilidad verdadera de la materia seca <u>In Vitro</u> (DVMSIV) de los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. Palmira, 1977.	42

- TABLA 9. Coeficientes promedios de correlación entre la digestibilidad de la materia seca y los constituyentes de la pared celular para el pasto elefante cosechado en tres estados de desarrollo. 47
- TABLA 10. Coeficientes promedios de correlación entre la digestibilidad de la materia seca y los cconstituyentes de la pared celular para el pasto guinea cosechado en tres estados de desarrollo. 48
- TABLA 11. Coeficientes promedios de correlación entre la digestibilidad de la materia seca y los constituyentes de la pared celular para los pastos elefante y guinea cosechados en tres estados de desarrollo. 49

LISTA DE TABLAS DEL APENDICE

Página

- TABLA 1. Contenido de proteína y constituyentes de la pared celular del pasto elefante (Pennisetum purpureum, Schumach) en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977. 79
- TABLA 2. Contenido de proteína y constituyentes de la pared celular del pasto guinea (Panicum maximum, Jacq) en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977. 80
- TABLA 3. Coeficientes de digestibilidad verdadera de la materia seca In Vitro de los pastos elefante (Pennisetum purpureum, Schumach) y guinea (Panicum maximum, Jacq) en tres épocas de corte. Palmira, 1977. 81

TABLA 4. Análisis de varianza de la composición química y digestibilidad de los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte.

82

1. INTRODUCCION

Se calcula que en Colombia existen 41.068.000 hectáreas aprovechables en pastos de las cuales sólo se aprovechan 19.858.369 y de estas, 16.904.567 están dedicadas a la explotación de ganado de carne localizadas en climas cálido y medio. (Ministerio de Agricultura 1974). El área dedicada a la explotación de este tipo de ganado está cubierta en su casi totalidad por gramíneas de pastoreo, dentro de las cuales el pasto guinea (Panicum maximum, Jacq) ocupa una extensa área. Los pastos de corte utilizados en esta zona ocupan una muy reducida extensión, sin embargo se destaca entre ellos el elefante (Pennisetum purpureum, Schumach) por el área ocupada y su alta producción de forraje.

Conocida la importancia forrajera de estas dos gramíneas, el Programa de Pastos y Forrajes del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, ha desarrollado una serie de ensayos de carácter agronómico para determinar principalmente su producción de materia seca. Se hace necesario también conocer su valor nutritivo para obtener así una evaluación mas completa de estos forrajes, máxime que en Colombia se han hecho

pocos estudios para determinar el valor nutritivo de estas gramíneas.

El objetivo de este trabajo fué determinar algunos componentes del valor nutritivo de los pastos elefante y guinea en tres estados diferentes de crecimiento, 30, 45 y 60 días, en el Valle del Cauca. Los componentes estudiados fueron:

1. Contenido de proteína cruda
2. Contenido de pared celular (CPC) y sus contenidos de fibra en detergente ácido (FDA), lignina (L), celulosa (C), hemicelulosa (H) y Sílice (Sf).
3. Digestibilidad In Vitro de la materia seca.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Descripción de las especies estudiadas

2.1.1. Guinea:

Originaria del Africa tropical, se le conoce con los nombres vulgares de hierba de guinea, guinea grass, buffel's grass, gamalote y alkali zacate. Havard Duclos (1969).

Las guineas, Panicum maximum, están bien establecidas en todos los países tropicales de ambos hemisferios, donde juega un papel importante en la producción de carne y leche. Su mayor concentración se encuentra en Africa, Centro y Sur América, Norte de Australia, India, Sureste de Asia y las Islas del Pacífico.

Experiencias australianas sugieren dividir las variedades comerciales de Panicum maximum en dos grupos: Las guineas y los pánicos. Los pánicos (petrie, sabi, gatton) son más convenientes para zonas del subtrópico ó de elevada humedad relativa mientras que las guineas son mas productivas en zonas tropicales bajas, de alta precipitación. El manejo y los requerimientos agronómicos para cada uno de estos grupos

son completamente diferentes. McKosker (1975).

En Colombia ésta gramínea prospera bien en las tierras calientes y templadas desde el nivel del mar hasta alturas de 1.800 metros. Tolera mas fácilmente la falta de humedad que otros pastos tropicales, desarrollándose muy bien en las regiones secas, resistiendo los veranos prolongados debido a que tienen raíces muy profundas y nudosas que forman pequeños bulbos. Prospera igualmente en una amplia serie de suelos bien drenados.

Las plantas son perennes y crecen en grupos aislados ó en matojos largos con muchas macollas; posee tallos erectos que pueden alcanzar 2,5 metros de altura. Los nudos de la parte baja son por lo general densamente hirsutos. Las hojas glabras ó hirsutas alcanzan de 25 a 80 cms. de largo y de 8 a 35 mms. de ancho. La inflorescencia es una panícula de 20 a 60 cms. de larga, erecta, con ramificaciones solas o en espiral.

Su uso es esencialmente en pastoreo, aunque también puede utilizarse como pasto de corte, ó ensilaje, alcanzando producciones de 40 a 50 toneladas por hectárea de forraje verde al año. ICA (1970).

2.1.2. Elefante:

Originaria de Sudáfrica, se le conoce con los nombres vulgares de hierba elefante, falsa caña de azúcar, napier grass, elephant grass, cápim elefante y cu duoi voi. La graminéa Pennisetum purpureum, Schumach, crece bien desde el nivel del mar hasta alturas de 1.500 m.s.n.m. Su temperatura mas adecuada es alrededor de 24°C. ICA (1970). Tolera los suelos ácidos ó moderadamente alcalinos, pero no la presencia de sal; prefiere las tierras húmedas, aunque no las pantanosas. Soporta mal la sequía. Havard Duclos (1969).

Es una especie alta, que crece en matorros cuyos tallos pueden alcanzar alturas hasta de 3 metros y 2 a 4 cms. de diámetro. Sus hojas tienen una anchura de 2 a 3 cms. y de 30 a 70 cms. de largo, con una superficie y márgenes rugosos. La panícula es parecida a una espiga, dura cilíndrica y densamente pubescente, con una longitud de aproximadamente 30 cms. Las espiguillas en racimos con un tallo peludo en la base y con cerdas escabrosas.

Su uso es esencialmente como forraje de corte, pero en algunas zonas es utilizado en pastoreo, aunque no resiste muy bien el pisoteo. También puede ser usado como ensilaje.

Alcanza producciones de 30 a 40 toneladas por hectárea por corte de forraje verde, permitiendo de seis a ocho cortes anuales.

2.2. Valor nutritivo

Desde el punto de vista del valor nutritivo de los forrajes utilizados en la alimentación de los rumiantes, Alarcón (1976) y Quintero (1976), reportan que este parámetro puede ser medido a través de la eficiencia del forraje para producir tasas de crecimiento adecuadas y productos como la carne, la leche ó la lana. Stobbs (1971), corrobora lo anterior diciendo que el verdadero valor nutritivo de un forraje puede ser solamente medido en términos de producción animal. Lotero (1976), manifiesta que la producción animal depende fundamentalmente de tres factores: 1) Valor nutritivo del alimento; 2) Forraje consumido; 3) Características fisiológicas del animal.

Es comúnmente asumido que la composición química determina el valor nutritivo de los forrajes. Parra y colaboradores (1972), afirman que es indudable que el valor nutritivo depende principalmente del contenido y disponibilidad de la fibra y que esto es aún mas cierto en los casos de los fo

rrajes tropicales debido a que los componentes fibrosos son predominantes. Es de anotar que los valores nutricionales varían según la especie de pasto, su estado de desarrollo y las condiciones de suelo y clima. Para corroborar la anterior afirmación, Chicco y French (1960), reportan variaciones en los niveles de proteína en guinea cosechada en diferentes localidades, a una misma altura de corte, variaciones que oscilan entre 4,34% y 11,18% de proteína.

El Instituto Colombiano Agropecuario (1970a, 1974), evaluando el valor nutritivo de estas dos gramíneas, utilizando animales en pastoreo reporta para el pasto guinea ganancias diarias en peso de 0,322 kgs. y producciones de 3,80 a 5,13 litros diarios de leche por animal y para el pasto elefante se han obtenido ganancias diarias en peso de 0,604 kgs.

2.2.1. Proteína

Por medio del análisis Kjeldahl se determina el contenido de nitrógeno en los forrajes, que multiplicado por 6,25 estima el porcentaje del contenido de proteína cruda. La proteína cruda así determinada parece ser, dentro de ciertos límites, un criterio aceptable de digestibilidad.

Hughes y colaboradores (1966), estiman que aproxima-

damente de un 85% a 90% del contenido de nitrógeno celular de las plantas forrajeras, es proteína bruta sintetizada a partir de aminoácidos. Generalmente del 5 al 10% del nitrógeno se encuentra en un complejo insoluble con lignina, que es altamente indigestible.

Muchos son los ensayos realizados para estudiar el efecto del estado de madurez sobre el contenido de proteína en los forrajes tropicales. En el pasto elefante, Coward-Lord y colaboradores (1974a), reportan variaciones en el contenido de proteína entre 23,7% y 2,1% desde los 30 hasta los 180 días de edad. Para el pasto guinea Gomide y colaboradores (1969), obtuvieron valores desde 23,5% hasta 8,6% entre las 4 y 32 semanas de edad. Arroyo-Aguilú y Rivera-Brenes (1961), observaron para el pasto elefante, valores de 8,3% y 5,2% a los 50 y 80 días respectivamente. Holm (1970, 1973), Mowat (1969) y Sotomayor-Rios y colaboradores (1974), manifiestan igualmente que la digestibilidad de la proteína cruda decrece con el incremento de la edad. Marshall y colaboradores (1969), observaron alta correlación entre la digestibilidad de la materia seca y el contenido de proteína cruda.

Otros autores como Butterworth (1967), Combellas y

González (1972), French y Chicco (1960), Oyenuga (1959, 1960) y Reyes (1972), han obtenido resultados similares a los anteriores.

En general para las gramíneas, a través de todos los estudios, se observa un descenso en el nivel de proteína a medida que avanza su estado de madurez, notándose una caída brusca entre las edades de menor madurez.

2.2.2. Constituyentes de la pared celular.

El sistema Weende de análisis proximal en forrajes ha sido utilizado desde hace más de 100 años. Este sistema divide a los carbohidratos en fibra cruda (FC) y extracto no nitrogenado (ENN). La división tiene por objeto separar los carbohidratos menos digestibles de los más digestibles, pero Sullivan (1962), afirma que esto está lejos de ser verdadero. Atendiendo este análisis, la fibra cruda representa la fracción de la materia seca menos digestible mientras que el extracto no nitrogenado estima la porción más digestible, y sus valores de digestibilidad deben ser diferentes y mayores para el segundo de estos. Sin embargo Alarcón (1976), manifiesta que se reportan casos en que los coeficientes de digestibilidad para la fibra cruda son iguales ó mayores que los correspondientes al extracto no nitrogenado. Posteriormente

se desarrolló un nuevo sistema de análisis de alimento, sugerido por Van Soest (1965, 1966), en el cual las fracciones químicas son clasificadas de acuerdo a su disponibilidad nutritiva, de tal manera que los componentes del forraje son divididos en dos categorías: El contenido celular (CC), que comprende aquellos componentes generalmente disponibles a rumiantes y no rumiantes (lípidos, azúcares, ácidos orgánicos, material soluble en agua, pectinas, almidón nitrógeno no proteico y proteína soluble); y la pared celular (CPC) que incluye los componentes de disponibilidad limitada o no disponibles totalmente (celulosa, hemicelulosa, lignina y cenizas insolubles, que es principalmente sílice). Este moderno sistema fracciona los componentes del forraje en base a un concepto más lógico desde el punto de vista nutritivo y es considerado superior al resto de sistemas de fraccionamiento de los alimentos que hasta el momento se han propuesto.

El método propuesto por Goering y Van Soest (1970), consiste básicamente en separar la materia seca en contenido celular y pared celular mediante la utilización de detergentes, permitiendo además conocer la proporción de los componentes de la pared celular como son: lignina, celulosa, hemicelulosa y sílice; como aplicación de este sistema, Osbourn y colaboradores

(1974), afirman que la determinación del contenido y componentes de la pared celular en forrajes, puede ser usada para predecir con certeza la digestibilidad de la materia orgánica y de la materia seca.

La celulosa es el carbohidrato de carácter estructural mas abundante en los forrajes, con contenidos del 20 al 40% en base a materia seca. Su nivel depende del estado vegetativo y de la especie del forraje, Sullivan (1962). Este carbohidrato sólo puede ser digerido por la actividad de microorganismos los cuales secretan enzimas digestivas que desdoblan la celulosa hasta llevarla a ácidos grasos volátiles, acético, propiónico y butírico principalmente, para ser absorbidos y utilizados como fuentes de energía por el rumiante. Van Soest y Wine (1967), manifiestan que numerosos estudios nutricionales sobre los constituyentes fibrosos de las plantas han demostrado que estos componentes pueden ser sólo utilizados vía fermentación gastrointestinal.

Arroyo-Aguilú y colaboradores (1965), reportan incrementos en el contenido de celulosa en las gramíneas a medida que su estado de madurez avanza. Esta tendencia fue obtenida también en estudios realizados por Bernal (1974), Coward-

Lord y colaboradores (1974), Combellas y colaboradores (1971), Reyes (1972) y Gomide y colaboradores (1969). Los valores observados para los pastos elefante y guinea, reportados por Gomide y colaboradores (1969), varían desde 29,0% a 43,0% y entre 29,4% y 41,2% para las 4 y 36 semanas de edad respectivamente. Johnson y Pezo (1971), observaron contenidos de 27,0% de celulosa en el pasto elefante a la edad de 40 días.

Respecto a la digestibilidad de la celulosa Gomide y colaboradores (1971), observaron coeficientes que variaron desde 75% a las 4 semanas hasta 33% a las 36 semanas de edad.

La hemicelulosa es otro de los componentes de la pared celular, determinada por Goering y Van Soest (1970), como la diferencia entre FDN y FDA. Grant y colaboradores (1974a), para el elefante obtuvieron valores que oscilaron entre 19,1% a los 45 días y 20,8% a los 60 días de edad. Minson (1971), reporta promedios de hemicelulosa de 30,6% para seis variedades de Panicum. Estos mismos autores indican que el contenido de hemicelulosa no es afectado por el estado de crecimiento. Algunos autores han obtenido incrementos en su contenido con el estado de madurez, mientras que otros investigadores han observado un efecto contrario al anterior.

La disponibilidad y mecanismos de digestión de la hemicelulosa es similar a la de la celulosa.

La lignina es el constituyente de menor contenido en la pared celular y se considera como el principal factor que afecta el valor nutritivo de los forrajes tropicales.

Van Soest (1964), obtuvo altas correlaciones entre la lignina y digestibilidad confirmando que la lignina está fuertemente asociada con la rata de digestibilidad. Existe igualmente una alta correlación entre la lignina y la fibra cruda y por ello Sosulki y Patterson (1961), consideran a este constituyente fibroso como un buen parámetro para determinar la digestibilidad aparente de la materia seca en un forraje.

Parra y colaboradores (1972), afirman que de la fracción aislada como lignina, sólo una parte, la indigestible, tiene un efecto negativo sobre la digestibilidad de la fibra.

Allison y Osbourn (1970), en un detallado estudio del complejo lignocelulosa obtuvieron resultados que indican la existencia de diferentes tipos de lignina, unas mas digestibles que otras, y sugieren que los cambios en el valor nutritivo de los forrajes con la edad, pueden depender en parte de las características cualitativas de la lignina. Gaillard

(1962), afirma que el calentamiento excesivo de un forraje, conduce a una marcada elevación del contenido de lignina.

Van Soest (1964), indica que la manera como la lignina afecta la digestibilidad no está completamente entendida y que existe un gran número de teorías posibles para explicar la, sin que exista suficiente evidencia experimental para apoyar o rechazar alguna de esas teorías.

Wardrop (1965), citado por Quintero (1976), manifiesta que la función de la lignina es la de proporcionar soporte y rigidez al material vegetal, incrementando la resistencia de la pared celular a la acción de las bacterias ruminales.

Van Soest (1965), indica que el contenido celular es completamente disponible y no es afectado en ningún caso por el contenido de lignina. Algunos autores consideran a la lignina, una fracción totalmente indigestible, sin embargo Parra y colaboradores (1972) y Sullivan (1962), indican un cierto grado de digestión de este componente. Minson (1971), obtuvo valores de 5,5% de digestibilidad para la lignina.

Combellas y González (1972), obtuvieron valores de

lignina para el pasto guinea desde 4,4% a los 28 días hasta 6,4% a los 56 días de edad.

Grant y colaboradores (1974a), reportan para el pasto elefante valores desde 6,3% a los 45 días hasta 8,3% a los 60 días de edad. Ademosun (1970, 1973), reporta igualmente un incremento en el contenido de lignina en los pastos elefante y guinea a medida que aumenta la edad. Este mismo efecto fue observado por Tessema (1973).

La sílice es otro de los constituyentes de la pared celular y es considerada por varios autores, entre ellos Alarcón (1976) y Bernal (1974), uno de los elementos más limitantes de la digestibilidad de los pastos tropicales. En muchos casos este constituyente se presenta asociado con la lignocelulosa. Van Soest y Jones (1968) y Smith y colaboradores (1971), afirman que la sílice actúa en la misma forma que la lignina, aumentando la resistencia a la pared celular e impidiendo su digestibilidad.

Smith y colaboradores (1971), obtuvieron relaciones que indican que la sílice disminuye la digestibilidad de la materia orgánica en aproximadamente 1% por cada unidad de porcentaje que se incrementa la sílice en los forrajes. Igual

mente este autor indica que los componentes sílicos acumulados en los tejidos de muchas especies utilizadas para pastoreo en animales, representa del 3 al 5% de la materia seca, cuando se expresa como sílice (SiO₂).

Goering y Van Soest(1970), afirman que la sílice metabólica causa una declinación de 3 unidades en la digestibilidad de la materia seca por cada 1% de sílice en los forrajes; y esta corrección ha sido incorporada por Van Soest y Jones (1968), en la ecuación sumativa, para obtener digestibilidad = $0.98 (100-W) - 12.9 + W (1.473 - 0.789 L) - 3(SiO_2)$; Donde W = contenido de pared celular, SiO₂ = sílice en base seca y L = lignina en FAD. Explican igualmente que este factor 3 no puede ser aplicado cuando hay contaminación de arena ó suelo y que en este caso se usa el factor 1,4.

Arroyo-Aguilú y colaboradores (1975), utilizando 5 especies de gramíneas no obtuvieron cambios uniformes con la edad, en el contenido de sílice. Las relaciones observadas por estos autores, entre la sílice y la digestibilidad variaron entre especies, siendo positiva en algunas como el guinea y negativa en otras como el elefante. Alarcón (1971), también halló en Desmodium contenidos de sílice que no afectaron la digestibilidad.

Van Soest y colaboradores (1974), obtuvieron correlaciones positivas entre el contenido de sílice y la digestibilidad del pasto guinea (0.41) pero no en elefante, y concluyeron que el efecto de la sílice sobre la digestibilidad no es igual entre las especies de gramíneas. Las correlaciones entre la sílice y el contenido de pared celular fueron negativas para el pasto guinea pero no para el elefante.

Coward-Lord y colaboradores (1974), reportan que los mayores aumentos de FDA, FDN, Lignina y Celulosa se observaron entre 30 y 60 días debido probablemente a la lignificación y silisificación temprana que tiene lugar en los climas tropicales a causa de las altas temperaturas ambientales y al alto nivel de transpiración.

Grant y colaboradores (1974a), obtuvieron valores de sílice, para el pasto elefante, de 5,9% y 6,0% a los 45 y 60 días, respectivamente. Para el pasto guinea, Minson (1971, 1971a), reporta variaciones desde 2,4% a 4,0% y concluye que la sílice no fué un factor que controlara la digestibilidad de la fracción de los carbohidratos estructurales.

2.3. Digestibilidad In Vitro de la materia seca.

Raymond (1968), manifiesta que la digestibilidad ha

sido ampliamente reconocida como una buena medida del valor nutritivo de los alimentos. Bernal (1975), dice que la calidad de los forrajes se puede evaluar utilizando métodos de laboratorio, que consisten en realizar una serie de análisis químicos al forraje sin intervención del animal, pero éstas evaluaciones son objeto de crítica por cuanto excluye la participación animal.

En la actualidad se han desarrollado dos sistemas fundamentales y de gran precisión para la evaluación nutritiva de los forrajes: método In Vivo y método In Vitro. El primero de ellos se hace con la utilización del animal y se considera mucho mas adecuado que el segundo y básicamente consiste en suministrar determinada cantidad de forraje a los animales y medir exactamente la cantidad que no es digerida ó utilizada. A pesar de ser el sistema mas recomendado y producir los datos mas confiables tiene una serie de limitaciones como son su costo, el manejo de los animales, espacio utilizado, el número de muestras que se pueden analizar simultáneamente y el tiempo requerido. El segundo de los sistemas evita las desventajas del primero y consiste en reproducir artificialmente en el laboratorio las condiciones del animal, utilizando líquido ruminal y enzimas digestivas.

.

El uso de sistemas In Vitro para la determinación de la digestibilidad de los alimentos se ha generalizado y son varios los métodos propuestos para su utilización y predecir en esta forma la verdadera digestibilidad de un forraje.

Tilley y Terry (1963), desarrollaron una técnica que consta de dos etapas: En la primera se hace una digestión anaeróbica de la muestra utilizando líquido ruminal, durante 48 horas, manteniendo una temperatura de 39°C y conservando el pH dentro de los límites similares a los encontrados en el rumen animal (6,6 a 6,9). Posteriormente se realiza una segunda fase de digestión con pepsina ácida por un período de 48 horas.

Al sistema anterior se le han hecho una serie de modificaciones en su metodología por considerarlo un tanto inexacto y algunos autores como Osbourn y González (1973), sugieren que los métodos químicos basados en la determinación precisa de los constituyentes de la pared celular son los más recomendados para predecir valores de digestibilidad.

La gran modificación al sistema sugerido por Tilley y Terry (1963), fué hecha por Van Soest y colaboradores (1966), quienes basaron su análisis en la determinación de los constituyentes de la pared celular. Para sus determinaciones se lleva a cabo la primera fase descrita por Tilley y Terry y

reemplazan la segunda fase por la determinación de la pared celular utilizando fibra en detergente neutro (FDN). Goering y Van Soest (1970), obtuvieron digestibilidades más altas que las descritas por Tilley y Terry, produciendo valores iguales a las digestibilidades verdaderas In Vivo.

Goering y Van Soest (1970), establecieron una ecuación sumativa para el cálculo de la digestibilidad verdadera, basados en el hecho que factores químicos individuales aditivos limitan el valor nutritivo de un alimento. Como resultado, la ecuación sumativa es expresada como sigue:

$DMS = 0.98S + WDC - M$, donde S es el contenido celular con un promedio de digestibilidad de 98%, W es el porcentaje de pared celular, Dc es la estimación del coeficiente de digestibilidad de la pared celular y M es la estimación de las pérdidas metabólicas fecales. Deinum y Van Soest (1969), obtuvieron resultados mas exactos por el procedimiento In Vitro que cuando aplicaron la ecuación sumativa. Tilley y colaboradores (1960), hacen objeciones a las relaciones matemáticas propuestas por algunos investigadores para la predicción de la digestibilidad de los componentes de los forrajes y recomiendan el uso de la digestibilidad In Vitro que permite obtener estimaciones confiables.

Meyer y colaboradores (1971), evaluando los diferentes métodos In Vitro observaron que los sistemas que dieron resultados mas satisfactorios fueron el de Tilley y Terry y el método modificado por Van Soest.

Van Soest (1966), comparando sistemas de digestibilidad observó que la digestibilidad del contenido celular nunca fué inferior al 98% y que las digestibilidades obtenidas por el método modificado de Tilley y Terry fueron mas altas que las del sistema sin modificar, concluyendo que el primero de estos es mas preciso requiriendo menor tiempo en su análisis y menor manipulación.

Pritchard y colaboradores (1963), evaluando gramíneas de zonas templadas reportan que la digestibilidad decreció a una tasa de 0.5% por día a través de todo el estado de crecimiento. Allison y Osbourn (1970), Arroyo-Aguilú y Coward-Lord (1974), Ccelho da Silva y Gomide (1967) y Silveira y colaboradores (1973), obtuvieron igualmente cambios en la digestibilidad de la materia seca a través de su estado de madurez. Además de su edad, la digestibilidad es también afectada por el estado de fineza de molienda de las muestras, McLeod y Minson (1969).

Minson (1971a), observó para el pasto guinea digesti**bi**lidades In Vitro que variaron desde 65,8% a 55,5% entre los 28 y 98 días de edad. Para el pasto elefante, Grant y colaboradores (1974), reportan valores promedios de 68,6% entre los 45 y 60 días de edad.

Ishiguri (1974), reporta que existe una correlación significativa entre la cantidad de contenido celular en un forraje y su digestibilidad, y relaciona los cambios en la digestibilidad de la materia seca con cambios en el contenido celular digestible e indigestible y con la fracción indigestible de la pared celular. Wilson (1966), manifiesta que existe una alta correlación negativa entre la digestibilidad de la materia seca y el contenido de fibra cruda.

Van Soest (1964), afirma que el contenido de lignina, FDA, y contenidos de pared celular son las mejores medidas de digestibilidad y obtuvo correlaciones de 0,73 a 0,86 entre FDA y digestibilidad de materia seca; de 0,71 a 0,90 entre el contenido de pared celular y digestibilidad de materia seca y de 0,79 a 0,92 entre la lignina y la misma digestibilidad y concluye que la digestibilidad está estrechamente relacionada con la composición química.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización y Especies.

El forraje de las gramíneas se obtuvo de lotes establecidos en el Centro Experimental Palmira, localizado en el departamento del Valle del Cauca, municipio de Palmira, a una altura de 1006 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 23,5°C, humedad relativa de 74% y una precipitación anual de 1.033mm. Los análisis químicos y la digestibilidad In Vitro se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Experimental Tibaitatá, localizado en la Sabana de Bogotá.

Se utilizaron dos especies de gramíneas: elefante H-534 y guinea común que fueron cortados a edades de 30, 45 y 60 días después de la cosecha inmediatamente anterior. El establecimiento de estos lotes se hizo, para el guinea, utilizando semilla apomíctica distribuida al voleo y para el pasto elefante se utilizó material vegetativo, tallos, sembrados en surcos distanciados 80 cms. El forraje fué cosechado en los meses de enero, febrero y marzo.

3.2. Análisis Químicos.

En forma separada, plantas enteras de las especies fueron analizadas para cada una de las edades de rebrote para los siguientes constituyentes químicos:

3.2.1. Proteína Cruda (PC).

Se determinó utilizando el sistema de digestión y destilación de macro Kjeldahl, usando ácido bórico al 4% como medio de recepción según el método descrito por Harris (1970).

3.2.2. Contenido de Pared Celular (FDN).

Este constituyente se determinó aplicando la técnica descrita por Goering y Van Soest (1970). Se someten 0,5 grs. de material a la acción del detergente neutro, a base de Sodio Lauryl Sulfato, por un período de una hora a ebullición en un aparato de reflujo. El residuo insoluble en este detergente neutro se considera como el contenido de pared celular.

3.2.3. Constituyentes de la Pared Celular (CPC).

Considerando que la pared celular está compuesta por lignina, celulosa, hemicelulosa y ceniza insoluble, principalmente sílice, se adoptó el método descrito por Van Soest y Wine (1968), para la determinación de estos componentes.

Como paso inicial a la determinación de la lignina se analizó el contenido de fibra en detergente ácido (FDA), que es esencialmente lignina, celulosa y sílice, Van Soest (1963, 1963a, 1968), y a este residuo de FDA se aplicó permanganato de potasio para obtener el contenido de lignina (L) como la pérdida de peso original de la fibra obtenida por el método de detergente ácido. El residuo anterior se incinera a 500°C por 3 horas y la pérdida de peso equivale al contenido de celulosa (C). Seguidamente se hace la determinación de sílice (Si) mediante el lavado del residuo obtenido en la determinación de la celulosa, con ácido hidrobromico y el contenido de sílice se calcula en base al sobrante que queda en el filtro.

3.3. Digestibilidad In Vitro.

Para la determinación de la digestibilidad verdadera de la materia seca In Vitro (DVMSIV) se utilizó la primera fase del sistema descrito por Tilley y Terry y la segunda fase se fué reemplazada por la determinación de la pared celular utilizando el sistema de fibra en detergente neutro, descrito por Goering y Van Soest (1970). Así se obtiene que la digestibilidad verdadera de la materia seca es: 100 - % residuo de FND.

3.4. Análisis Estadístico.

Los resultados obtenidos fueron analizados según un análisis de varianza para un diseño completamente al azar con cuatro replicaciones, y tres fuentes de variación: edad, forraje y su interacción. Para las variables con diferencia significativa se aplicó la prueba de Duncan.

Se determinaron igualmente los coeficientes de correlación simple entre la digestibilidad verdadera de la materia seca In Vitro y los constituyentes químicos, y los coeficientes de estos entre sí.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Contenido de Proteina Cruda (PC).

La tabla 1 presenta las variaciones en el contenido de proteina cruda para los pastos elefante y guinea y para el factor gramínea, sin separar por especies, a través de las diferentes edades de corte. En todos los casos estudiados se observa una disminución en el contenido de proteina a medida que avanza el estado de madurez. Los valores en cada una de las épocas de cosecha, fueron siempre superiores para el pasto guinea, cuyos contenidos cambiaron de 8,59% a 6,11% a los 30 y 60 días de edad respectivamente. Para el pasto elefante estas variaciones fueron de 7,79% a 5,67% igualmente a los 30 y 60 días y para la gramínea en general el contenido osciló de 8,19% a 5,89% entre las edades anotadas anteriormente.

Para todos los casos analizados, la reducción mas alta en el contenido de proteina se sucedió entre los 30 y 45 días de edad debido probablemente a que en este período de tiempo se hace mas necesario material de soporte y rigidez para la planta, aumentando la proporción de carbohidratos estruc

TABLA 1. Contenido de proteína cruda en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epoca de corte días	Elefante %	Guinea %	Promedio %
30	7,79 ^a	8,59 ^d	8,19**
45	5,89 ^{bc}	7,20 ^e	6,54**
60	5,67 ^c	6,11 ^f	5,89**
Promedio	6,45**	7,30**	

** Significativo al nivel del 1%

a,b,c,d,e, cantidades con letras distintas difieren para $P < 0.05$

turales y disminuyendo por lo tanto el contenido de proteína. Esta reducción fué mayor para el pasto elefante dado que esta especie, por su hábito de crecimiento requiere mayor cantidad de material de soporte comparado con el pasto guinea.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con otras investigaciones que relacionan el estado de desarrollo con el contenido de proteína cruda en los forrajes. Grant y colaboradores (1974a) encontraron descensos de proteína cruda en el pasto elefante de 7,5% a 6,0% entre los 45 y 60

días y Coward-Lord y colaboradores (1974a), reportan para el pasto guinea niveles de 10,9% y 6,9% a los 30 y 60 días de edad respectivamente.

La tasa de descenso de 0,07% y 0,08% por día en el contenido de proteína cruda para los pastos elefante y guinea es similar a la reportada por Tinnimit (1976), quien observó en un estudio con diferentes especies de gramíneas una tasa de 0.09%.

A pesar de que la edad de 30 días se obtiene para las dos especies en estudio el contenido mas alto de proteína, su producción de forraje es baja, por lo tanto no es recomendable su uso. Así es que la utilización mas eficiente de estas dos gramíneas, con el propósito de obtener la mejor producción animal por hectárea debe llevarse a cabo después de la edad mencionada anteriormente y observando la tasa de descenso del contenido de proteína después de los 30 días, se puede concluir que el pasto guinea debe utilizarse entre este período de desarrollo y los 45 días de edad, mientras que el pasto elefante bien puede usarse entre los 45 y 60 días.

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para el contenido de proteína cruda

entre especies y entre los intervalos de corte para la gramínea en general. Al estudiar el efecto de la edad de corte sobre el contenido de proteína cruda dentro de las especies, se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) para todos los estados de desarrollo, excepto para el elefante a los 45 y 60 días que resultan ser estadísticamente iguales.

4.2. Contenido de Pared Celular y sus Constituyentes.

Las tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 muestran las fluctuaciones obtenidas para los pastos elefante y guinea y la gramínea en general, en diferentes estados de desarrollo (30, 45 y 60 días), en el contenido de pared celular (CPC), fibra en detergente ácido (FDA), hemicelulosa (H), lignina (L), celulosa (C) y sílice (Si).

Como se observa en los datos incluidos en la tabla 2, el CPC se incrementa, para todos los casos estudiados, a medida que se aumenta su edad de corte.

Los valores obtenidos para el pasto elefante oscilaron desde 63,97% a 72,39% y para el pasto guinea desde 66,02% a 71,31% entre los 30 y 60 días de edad respectivamente. En la gramínea en general, para estas edades, los contenidos se incrementaron de 64,99% a 71,85%. Estos valores están de

TABLA 2. Contenido de pared celular en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epoca de corte días	Elefante	Guinea	Promedio
30	63,97 ^a	66,02 ^d	64,99**
45	68,31 ^b	68,06 ^e	68,19**
60	72,39 ^c	71,31 ^f	71,85**
Promedio	68,22	68,46	

** Significativo al nivel del 1%

a,b,c,d,e,f, cantidades con letras distintas difieren para $P < 0.05$

acuerdo a los reportados por Arroyo-Aguilú y colaboradores (1975) y Bernal (1974).

Coward-Lord y colaboradores (1974), manifiestan que los mayores aumentos en los carbohidratos estructurales se observan entre los 30 y 60 días de edad debido probablemente a la lignificación y silisificación temprana que tienen lugar en los climas tropicales a causa de las altas temperaturas ambientales y al alto nivel de transpiración, causando una pared celular gruesa necesaria para soporte y rigidez de las espe-

cies tropicales.

Se observó efecto altamente significativo ($P < 0.01$), de la edad de corte sobre el porcentaje de CPC para la gramínea en general. Respecto al efecto de esta dentro de las especies, fue significativo ($P < 0.05$) para todas las edades. No se encontraron diferencias significativas entre especies.

La edad no tuvo efecto sobre los contenidos de FDA para cada una de las especies cuyos promedios variaron de 39,67% a 43,46% y de 41,63% a 46,71% para los pastos elefante y guinea a los 30 y 60 días de edad respectivamente. Como se observa en la tabla 3 estos valores siempre fueron superiores para el pasto guinea cuando se compararon con los obtenidos en el pasto elefante. Coward-Lord (1974a), reporta valores de FDA de 45,2% a los 30 días y 53,8% a los 60 días en el guinea y para el pasto elefante variaciones de 35,0% a 44,5% entre las edades anotadas anteriormente. Igualmente Bernal (1974), reporta valores promedios de 40,8% para el pasto elefante y 42,4% para el pasto guinea.

Se observó diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para el contenido de FDA entre el guinea y el elefante. En el análisis de la gramínea en general, su contenido sólo fue

TABLA 3. Contenido de fibra en detergente ácido para los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte (porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epoca de corte días	Elefante	Guinea	Promedio
30	39,67 ^a	41,63 ^a	40,65**
45	42,10 ^a	43,58 ^a	42,84
60	43,46 ^a	46,71 ^a	45,46
Promedio	41,75**	43,97**	

** Significativo al nivel del 1%.

a, letras distintas difieren para $P < 0.05$.

diferente ($P < 0.01$) a la edad de 30 días.

Los contenidos de FDA obtenidos en las dos gramíneas objeto de estudio aplicando la técnica de Goering y Van Soest (1970), son superiores a los niveles de fibra cruda obtenidos por el sistema de análisis proximal (Weende), lo que confirma una vez más que en los valores de fibra cruda analizados por este último sistema se excluye buena parte de dos componentes fibrosos como son la hemicelulosa y la lignina. Aná-

lisis bromatológicos reportados por ICA (1970), muestran para el pasto guinea en estado de prefloración contenidos de fibra cruda de 30,96% contra 71,31% de pared celular a los 60 días y para el pasto elefante contenidos de fibra cruda de 35,33% a las 10 semanas contra 72,39% de pared celular a los 60 días de edad. Coinciden si los sistemas de análisis de fibra de Weende y Van Soest en que el elefante contiene mas fibra que el guinea.

El contenido de FDA se correlacionó negativamente ($P < 0.01$) con el nivel de proteina para los pastos elefante y guinea con coeficientes de $r = - 0,93$ y $r = - 0,91$ respectivamente. La correlación de FDA con la L para estas gramíneas fue positiva ($r = 0,98$, $r = 0,96$) lo mismo que con C ($r = 0,96$, $r = 0,99$).

Los contenidos de lignina en las especies, aumentaron con la edad, sin embargo no se observó diferencia significativa entre los contenidos para las diferentes edades de corte, pero si en los contenidos para las dos especies ($P < 0.01$) siendo superiores los valores para el pasto elefante. Para la gramínea en general, la edad tuvo efecto alta-

TABLA 4. Contenido de lignina de los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epoca de corte días	Elefante	Guinea	Promedio
30	3,89 ^a	3,71 ^a	3,80**
45	4,84 ^a	4,37 ^a	4,60**
60	5,69 ^a	5,01 ^a	5,35**
Promedio	4,81**	4,36**	

** Significativo al nivel del 1%.

a, letras distintas difieren para $P < 0.05$.

mente significativo ($P < 0.01$).

Los contenidos analizados en estas dos gramíneas difieren de los reportados por otros autores como Grant y colaboradores (1974), quienes obtuvieron para el pasto elefante a las edades de 45 y 60 días contenidos de 6,3% y 7,0% respectivamente y Bernal (1974), quien observó en el pasto guinea valores a los 63 días de 6,17%. Coinciden si en la apreciación general de un incremento en el contenido de lignina a medida que avanza su estado de madurez.

El estado de desarrollo afecta la proporción de los constituyentes fibrosos de la planta puesto que a medida que avanza el estado de madurez se incrementan las necesidades de tejido que proporcione rigidez y soporte al material vegetal. La lignina, de acuerdo a Wardrop citado por Quintero (1976), cumple la función anotada anteriormente.

La lignina se correlacionó negativamente y en forma altamente significativa ($P < 0.01$), con la proteína, con coeficientes de $r = -0,86$ y $r = -0,85$ para los pastos elefante y guinea respectivamente.

El contenido de celulosa, tabla 5, fue menor para el pasto elefante con variaciones de 30,35% a 33,19% entre los 30 y 60 días respectivamente mientras que en el pasto guinea osciló de 31,85% a 35,69%. La edad tuvo efecto significativo ($P < 0,05$) en los contenidos de celulosa para cada especie, y para la gramínea en general su efecto fué altamente significativo ($P < 0,01$). Igualmente hubo diferencia significativa ($P < 0.01$) entre los contenidos de las dos especies.

El efecto de la edad sobre el contenido de celulosa es explicable dado que este constituyente químico se deposita en los tejidos de crecimiento, durante el engrosamiento celu-

TABLA 5. Contenido de celulosa de los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epocas de corte días	Elefante	Guinea	Promedio
30	30,35 ^a	31,85 ^d	31,10**
45	31,51 ^b	33,24 ^e	32,38**
60	33,19 ^c	35,69 ^f	34,44**
Promedio	31,68**	33,59**	

** Significativo al nivel del 1%.

a,b,c,d,e,f, letras distintas difieren para $P < 0,05$.

lar, formando la pared secundaria. Quintero (1976).

La correlación de la celulosa con la proteína fué negativa y altamente significativa ($P < 0,01$) en las dos especies con coeficientes de $r = -0,83$ y $r = -0,93$ para los pastos elefante y guinea respectivamente.

La hemicelulosa, obtenida como la diferencia entre FDN y FDA, tuvo el comportamiento mostrado por la celulosa, es decir un aumento en su contenido a medida que avanzó su estado

TABLA 6. Contenido de hemicelulosa en los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epoca de corte días	Elefante	Guinea	Promedio
30	24,29 ^a	24,38 ^a	24,34
45	26,21 ^b	24,48 ^a	25,35
60	28,92 ^c	24,59 ^a	26,76*
Promedio	26,47**	24,49**	

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%

a,b,c, letras distintas difieren para $P < 0.05$.

de desarrollo. (tabla 6). Dentro del pasto elefante la edad tuvo efecto positivo sobre el contenido de hemicelulosa, variando desde 24,29% a 28,92% entre los 30 y 60 días, además estos valores difieren significativamente ($P < 0.05$). En el pasto guinea no se observó efecto significativo. Las dos especies presentan diferencias significativas ($P < 0.01$) en el contenido de hemicelulosa. Para el factor gramínea sólo se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), a la edad

de 60 días.

La hemicelulosa se correlacionó negativamente y en forma significativa ($P < 0.01$), con la proteína, sólo para el caso del pasto elefante con un coeficiente de $r = -0,81$, mientras que para el pasto guinea la correlación fué positiva pero no significativa ($r = 0,02$).

La sílice fué el constituyente químico de comportamiento mas variable a través de los intervalos de corte para cada una de las especies analizadas. En el elefante por ejemplo, entre las edades de 30 y 45 días se observó un incremento significativo ($P < 0.05$) desde 4,84% hasta 5,42% mientras que entre los 45 y 60 días este contenido decreció a 3,88%. (tabla 7). En el pasto guinea se observó un descenso gradual entre los 30 y 60 días desde 5,79% a 5,31%. El contenido de este componente fué diferente significativamente ($P < 0.01$) entre las dos especies, siendo superior para el pasto guinea. El factor gramínea fué mas influenciado por el pasto elefante, ya que presenta un incremento entre los 30 y 45 días y un descenso entre este último período y los 60 días, siendo diferentes los contenidos sólo a la edad de mayor madurez ($P < 0.01$). Estas variaciones en el contenido de sílice pueden ser origi-

TABLA 7. Contenido de sílice de los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epoca de corte días	Elefante	Guinea	Promedio
30	4,84 ^a	5,79 ^d	5,31
45	5,42 ^b	5,58 ^e	5,50
60	3,88 ^c	5,31 ^f	4,60 ^{**}
Promedio	4,71 ^{**}	5,56 ^{**}	

** Significativo al nivel del 1%.

a,b,c,d,e,f, letras distintas difieren para $P < 0.05$.

nadas posiblemente por el contenido de humedad en el suelo al momento de cosechar las muestras, dado que si existe una mayor cantidad de agua en el suelo, el contenido de sílice se disuelve reflejándose en un menor contenido en la planta.

Grant y colaboradores (1974a), en el pasto elefante obtuvieron también descenso en el contenido de sílice entre los 45 y 60 días de edad. Oyenuga (1959), ensayando con pasto elefante a diferentes edades de corte, 3, 6, 9 y 12 semanas, obtuvo igualmente un descenso en el contenido de sílice a me-

dida que la madurez aumentaba. Otros autores como Arroyo-Aguilú y colaboradores (1975), obtuvieron efecto contrario al anterior, debido muy posiblemente a condiciones ambientales, especialmente humedad del suelo.

4.3. Digestibilidad verdadera de la materia seca In Vitro.

La tabla 8 muestra los coeficientes de DVMSIV obtenidos para los pastos elefante y guinea en tres estados de desarrollo. Se observa una tendencia a disminuir dichos coeficientes a medida que avanza el estado de madurez. Las variaciones fueron de 79,06% a 69,31%; de 73,21% a 61,21% y de 73,13% a 65,26 desde los 30 a 60 días de edad para los pastos elefante y guinea y la gramínea en general respectivamente.

Para todas las épocas de corte analizadas, el pasto elefante mostró coeficientes de digestibilidad mayores que el pasto guinea. El valor promedio para el primero de ellos fué de 73,86% mientras que para el guinea fué sólo de 66,64%. El mayor coeficiente de digestibilidad correspondió al pasto elefante a los 30 días de edad, con un valor de 79,06%.

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Arroyo-Aguilú y colaboradores (1975).

TABLA 8. Coeficientes de digestibilidad verdadera In Vitro de la materia seca (DVMSIV) de los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte. Palmira, 1977.

Epoca de corte días	Elefante	Guinea	Promedio
30	79,06 ^a	73,21 ^a	73,13*
45	73,22 ^a	65,52 ^a	69,37*
60	69,31 ^a	61,21 ^a	65,26*
Promedio	73,86**	66,64**	

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%

a, letras distintas difieren para $P < 0.05$.

Bernal (1974), Coward-Lord y colaboradores (1974), Johnson y Pezo (1975) y McKosker y Teitzel (1975), quienes observaron variaciones desde 55,8% hasta 78,7% y de 51,1% a 76,4% para los pastos elefante y guinea respectivamente, decreciendo siempre los porcentajes con el estado de madurez.

En todos los casos analizados, el descenso mas drástico en DVMSIV se observó entre las edades de 30 y 45 días.

Coward-Lord y colaboradores (1974), afirman que los mayores

aumentos de los contenidos de pared celular, FDA, L y C y las reducciones de la digestibilidad se suceden en las edades tempranas debido probablemente a la lignificación y silicificación en esta etapa de desarrollo, que tiene lugar en los climas tropicales a causa de las altas temperaturas ambientales y al alto nivel de transpiración.

En promedio los pastos elefante y guinea decrecieron 0,32 y 0,40 unidades su digestibilidad diariamente. Los valores mas altos de digestibilidad se observan en los primeros estados de desarrollo. Mowat y colaboradores (1969), determinaron que las hojas poseen menor cantidad de constituyentes fibrosos que los tallos y a medida que avanza su estado de madurez la digestibilidad del tallo decrece a una tasa mayor que la digestibilidad de la hoja y simultáneamente se aumentan las cantidades de tallos en la materia seca total. Alarcón (1974) reporta, trabajando con diferentes especies de des modium, mayores coeficientes de digestibilidad en las hojas que en los tallos.

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre la DVMSIV de las dos especies, siendo mayores los coeficientes para el pasto elefante. El

efecto de la edad de corte sobre la digestibilidad sólo se reflejó significativamente ($P < 0.05$) cuando se analizó la gramínea en general sin considerar la especie individualmente.

Las tablas 9, 10 y 11 muestran los coeficientes de correlación entre la digestibilidad de la materia seca y los constituyentes de la pared celular y las correlaciones de estos entre sí, para los pastos elefante y guinea y la gramínea en general. Las correlaciones obtenidas indican una fuerte asociación negativa entre la DVMSIV y los contenidos de FDN, FDA, C, y L. De acuerdo a Smith y colaboradores (1971), Van Soest (1961) y Van Soest y Jones (1968) el contenido de sílice es considerado un factor importante en la disminución de la digestibilidad de la materia seca en las gramíneas de zona templada, sin embargo en este estudio la sílice se correlacionó positivamente con la DVMSIV para los pastos elefante y guinea con coeficientes de $r = 0,50$ y $r = 0,78$ y para el caso de la gramínea en general, su coeficiente fué negativo, $r = -0,11$, pero no significativo.

Minson (1971), reporta que el principal factor que controla la digestibilidad de las gramíneas tropicales es el porcentaje de celulosa y hemicelulosa presentes y la proporción en que estos constituyentes sean lignificados y que la sílice

no es un factor que controle la digestibilidad de la fracción de los carbohidratos estructurales, y atribuye la baja digestibilidad de los pastos tropicales a su alto contenido de lignina.

Los descensos mas drásticos observados en los porcentajes de digestibilidad de las dos gramíneas en estudio, coinciden con las reducciones mas altas en el contenido de proteína de estas dos especies, sucedido entre los 30 y 45 días de edad. Minson (1971a), manifiesta que aunque la proteína cruda no es un inhibidor físico o químico de la digestibilidad de la materia seca, si lo es biológicamente y establece que el consumo decrece rápidamente cuando el contenido de proteína es inferior al 7% a consecuencia de una reducción de la digestibilidad. Los resultados obtenidos en este estudio confirman así, que no sólo los niveles de los constituyentes fibrosos afectan la digestibilidad, sino también los niveles de proteína.

De acuerdo a los resultados obtenidos de composición química y digestibilidad, el pasto elefante demostró ser de mejor valor nutritivo que el pasto guinea y los menores coeficientes de digestibilidad reportados para el pasto guinea

son debidos principalmente a su mayor contenido de pared celular y FDA en comparación al pasto elefante.

**TABLA 9. Coeficientes promedios de correlación entre la digestibilidad de la materia
 seca y los constituyentes de la pared celular para el pasto elefante cose-
 chado en tres estados de desarrollo.**

	DVMSIV	PROTEINA	FDN	FDA	L	C	Si
DVMSIV	—						
PROTEINA	-0,93**	—					
FDN	-0.97**	-0.89**	—				
FDA	-0.98**	-0.93**	0.97**	—			
L	-0.96**	-0.86**	0.96**	0.98**	—		
C	-0.95**	-0.83**	0.97**	0.96**	0.97**	—	
Si	0.50	0.20	-0.58*	-0.48	-0.58*	0.69*	—
H	-0.92**	-0.81**	0.98**	0.90**	0.90**	0.94**	-0.64*

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%

TABLA 10. Coeficientes promedios de correlación entre la digestibilidad de la materia seca y los constituyentes de la pared celular para el pasto guinea cosechado en tres estados de desarrollo.

	DVMSIV	PROTEINA	FDN	FDA	L	C	Si
DVMSIV	—						
PROTEINA	0.91**	—					
FDN	-0.87**	-0.82**	—				
FDA	-0.93**	-0.91**	0.89**	—			
L	-0.96**	-0.85**	0.89**	0.96**	—		
C	-0.92**	-0.93**	0.90**	0.99**	0.95**	—	
Si	0.78**	0.84**	-0.70*	-0.78**	-0.78**	-0.81**	—
H	-0.11	0.02	0.47	0.01	0.09	0.04	-0.02

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%

TABLA 11. Coeficientes promedios de correlación entre la digestibilidad de la materia seca y los constituyentes de la pared celular para los pastos elefante y guinea cosechados en tres estados de desarrollo.

	DVMSIV	PROTEINA	FDN	FDA	L	C	Si
DVMSIV	—						
PROTEINA	0.43*	—					
FDN	-0.72**	-0.75**	—				
FDA	-0.96**	-0.53**	0.78**	—			
L	-0.49*	-0.86**	0.87**	0.60**	—		
C	-0.95**	-0.46*	0.75**	0.98**	0.53**	—	
Si	-0.11	0.49*	-0.41*	0.02	-0.64**	-0.01	—
H	-0.04	-0.59**	0.69**	0.08	0.70**	0.06	-0.68**

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten presentar las siguientes conclusiones:

1. El contenido de proteína cruda (PC) disminuyó a través de la época de corte. Las variaciones fueron de 8,59% a 6,11% y de 7,79% a 5,67% a los 30 y 60 días de edad para los pagtos guinea y elefante respectivamente.
2. La edad de corte influyó en el CPC, obteniéndose resultados mas altos en el pasto guinea; estas variaciones fueron de 63,97% a 71,39% y 66,02% a 71,31% entre los 30 y 60 días para los pastos elefante y guinea respectivamente.
3. La edad de corte no influyó en el contenido de lignina pero si se observó una diferencia entre las dos especies siendo mayor el valor para el pasto elefante, (4,85%) que para el pasto guinea (4,36%).
4. Al aumentar la edad de los pastos se incrementó el contenido de celulosa siendo los valores mayores para el pasto guinea.

5. Los coeficientes de digestibilidad disminuyeron con la edad de corte y se obtuvo, en promedio, un mayor coeficiente para el pasto elefante (73,86%), mientras que en el pasto guinea fué sólo de 66,64%.
6. Las correlaciones obtenidas indican una fuerte asociación negativa entre la DVMSIV y los contenidos de FDN, FDA, C y L.
7. El contenido de sílice a pesar de ser alto en todos los casos no afectó la digestibilidad de los pastos elefante y guinea.
8. El pasto elefante, demostró ser de mejor valor nutritivo que el guinea, en lo que respecta a los componentes químicos y a la digestibilidad realizados en este trabajo.

6. RESUMEN

El valor nutritivo de los pastos elefante (Pennisetum purpureum, Schumach) y guinea (Panicum maximum, Jacq) se estudió en tres épocas de corte, 30, 45 y 60 días. Se determinaron los contenidos de proteína cruda, pared celular, constituyentes de la pared celular y la digestibilidad In Vitro de la materia seca. El material se cosechó de lotes establecidos en el Centro Experimental Palmira, localizado en el departamento del Valle del Cauca, municipio de Palmira, a una altura de 1006 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 24,0°C, humedad relativa de 74% y una precipitación anual de 1.033 mm. Los análisis químicos y la digestibilidad In Vitro se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Experimental Tibaitatá, localizado en la Sabana de Bogotá.

El contenido de proteína cruda (PC) disminuyó al aumentar la edad del pasto (30, 45 y 60 días). Las variaciones fueron de 8,59% a 6,11% y de 7,79% a 5,67%, a los 30 y 60 días de edad para los pastos guinea y elefante respectivamente.

Los contenidos de pared celular (CPC), FDA, C, H y L, se incrementaron a través de los intervalos de corte. Las dos gramíneas presentaron diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre sus constituyentes de pared celular incluyen do la sílice. El contenido de pared celular no fué signifi cativamente diferente entre gramíneas.

La sílice fué el constituyente químico de comporta- miento más variable para cada una de las especies estudiadas. Para el pasto guinea se observó un descenso en los niveles de este componente a través de los intervalos de corte, desde 5,79% a 5,31% entre los 30 y 60 días. En el elefante se pre sentó un incremento entre los 30 y 45 días y un descenso a los 60 días de edad. En todas las edades de corte, el gui- nea presentó niveles mas altos de sílice.

El pasto elefante presentó mayores coeficientes de DVMSIV que el pasto guinea. En ambos forrajes la DVMSIV de- creció con la edad. Estos coeficientes variaron desde 79,06% a 69,31% y de 73,21% a 61,21% entre los 30 y 60 días para los pastos elefante y guinea respectivamente.

Los menores valores de DVMSIV reportados para el pas- to guinea son debidos principalmente a sus mayores contenidos

de pared celular y FDA en comparación al pasto elefante.

Las correlaciones obtenidas indican una fuerte asociación negativa entre la DVMSIV y FDA, C, CPC y L. La silice, considerado un factor importante en la disminución de la digestibilidad en gramíneas de la zona templada se correlacionó positivamente en cada una de las gramíneas estudiadas.

En general, a medida que se incrementaron los valores de CPC, FDA, C y L se observó un descenso en la DVMSIV y el pasto elefante, demostró ser de mejor valor nutritivo que el guinea, en lo que respecta a los componentes químicos y a la digestibilidad realizados en este trabajo.

7. SUMMARY

The nutritive value of napiergrass (Pennisetum purpureum, Schumach) and guineagrass (Panicum maximum, Jacq) was determined in three stages of maturity: 30, 45 and 60 days aftermath. The components of the nutritive value studied were crude protein, total cell wall and its constituents: hemicellulose (H), cellulose (C), lignin (L) and silica (Si), and in vitro dry matter true digestibility. The grasses were planted and the forage obtained from the Palmira Experimental Station, located in the Valle del Cauca, Palmira county, at 1.006 m.s.n.m., with an average temperature of 24°C., a relative humidity of 74% and an annual rainfall of 1.003 mm. The chemical analysis and in vitro digestibility were made at the Nutrition Laboratory of the Tibaitata Experimental Station, situated in the savanna of Bogotá.

The protein content (PC) of the two grasses decreased with the age of forage (30, 45 and 60 days). It varied from 8,59% to 6,11% and from 7,79% to 5,6% at the ages of 30 and 60 days, for guinea and napiergrass, respectively.

Total cell wall content (CPC), acid detergent fiber (FDA), C, H and L increased with age of forage. The two grasses differed significantly ($P < 0.01$) for all their cell wall constituents. Total cell wall content, although different in both grasses, did not show significant differences.

Silica content varied inconsistently with the age of both grasses. In guineagrass, the silica percentage decreased from 5,79% to 5,31% between 30 and 60 days. In napiergrass, silica content increased from 30 to 45 days and decreased at 60 days. Guineagrass showed higher levels of silica than napiergrass.

Napiergrass gave higher coefficients DVMSIV than guineagrass. In both forages the DVMSIV decreased with the age of the plant. These coefficients varied from 79,06% to 69,31% and from 73,21% to 61,21% at the ages of 30 and 60 days, for napiergrass and guineagrass, respectively.

The lower digestibility of guineagrass with respect to napiergrass was probably due to the higher concentrations of cell wall and FDA in the former than in the latter.

The calculated correlations obtained in this study

indicated that there was a strong and negative association between DVMSIV and FDA, C, CPC and L.

Silica considered as an important factor in the reduction of DVMSIV in temperate grasses was positive correlated with digestibility in the grasses included in this study. It is important to point out, therefore, that the factors that affect the nutritive value temperate grasses may or not be the same than for tropical grasses.

In general, when levels of CPC, FDA, C and L increased, the DVMSIV decreased. Considering the values of the structural carbohydrates and the digestibility of the two species observed in this work, it may be concluded that napier grass has better quality characteristics than guineagrass, at least for the components of the nutritive value included in this study.

BIBLIOGRAFIA

1. ADEMOSUN, A. A. Nutritive evaluation of nigerian forages. Digestibility of Pennisetum purpureum by sheep and goats. Nigerian Agricultural Journal 7 (1): 19-26. 1970. (Res. en Herbage Abstracts 45 (3): 801. 1975).
2. _____. Nutritive evaluation of nigerian forages. 4 The effect of stage of maturity on the nutritive value of Panicum maximum (guinea grass). Nigerian Agricultural Journal 10 (2): 170-177. 1973. (Res. en Herbage Abstracts 45 (12): 5243. 1975).
3. ALARCON M., E. Estimación del valor nutritivo de los forrajes. In: ICA. Curso de Pastos y Forrajes. Bogotá, 1976. pp. 145-160 (Compendio No.11).
4. _____. Variation in digestibility among and within desmodium spp. Tesis M.S. University of Cornell, 1971. 91 p.

5. ALLISON, D. W. and OSBOURN, D. F. The cellulose-lignin complex in forages and its relationship to forage nutritive value. *Journal of Agricultural Science* 74: 23-36. 1970.
6. ARROYO-AGUILU, J. A. and COWARD-LORD, J. Relationships between and within physical and chemical constituents and In Vitro true digestibility in tropical forage grasses. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 58 (4): 437-447. 1974.
7. _____ and RIVERA BRENES, L. Digestibility studies on napier (Merker) grass (Pennisetum purpureum), giant pangola grass (*Digitaria valida* Stent), and signal grass (*Brachiaria brizantha*). *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 45 (3): 151-156. 1961.
8. _____; TESSEMA, S.; McDOWELL, R. E.; VAN SOEST, P. J.; RAMIREZ, A. and RANDEL, P. F. Chemical composition and In Vitro digestibility of five heavily fertilized tropical grasses in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 59 (3): 186-198. 1975.

9. BERNAL E., J. Evaluación de los forrajes usando métodos In Vitro. In: Reunión del programa de pastos y forrajes y curso de metodología de investigación, 12. Cali, abril 7-12. 1975. Bogotá. ICA-IICA. pp. 124-130. (Serie: Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones, No. 65).
10. _____. Evaluation of carbohydrate reserves, yield and quality in three tropical grasses. Ph.D. Thesis. Iowa State University, 1974. 178 p.
11. BUTTERWORTH, M. H. The digestibility of tropical forages. Nutrition Abstracts and Reviews 37 (2): 349-368. 1967.
12. CHICCO, R. C. F. y FRENCH, M. H. Estudio de la digestibilidad de los pastos en Venezuela. 1.- Planteamiento del problema y antecedentes. Agronomía Tropical (Venezuela) 10 (1): 13-22. 1960.
13. COELHO DA SILVA, J. F. y GOMIDE, J. A. Efeito do estadio de maduracao sobre o consumo e digestibilidade aparente da materia seca de tres gramíneas tropicais. Revista Ceres 13 (76): 255-275. 1967.

14. COMBELLAS, J.; GONZALEZ, J. E. y PARRA, R. R. Composición y valor nutritivo de forrajes producidos en el trópico. I. Digestibilidad aparente y verdadera de las fracciones químicas. *Agronomía Tropical* (Venezuela) 21 (6): 483-494. 1971.
15. _____ y GONZALEZ, J. E. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 3. Panicum maximum var. trichoglume. *Agronomía Tropical* (Venezuela) 22 (6): 635-641. 1972.
16. COWARD-LORD, J.; ARROYO-AGUILU, J. A. and GARCIA-MOLINARI, O. Fibrous carbohydrate fractions and In Vitro true and apparent digestibility of 10 tropical forage grasses. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 58 (3): 293-304. 1974.
17. _____; ARROYO-AGUILU, J. A, and GARCIA-MOLINARI, O. Fibrous carbohydrate fractions and In Vitro true and apparent digestibility of 10 tropical forage grasses. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 58 (3): 305-311. 1974a.

18. DEINUM, B. Prediction of forage digestibility from some laboratory procedures. 2.- Comparison of In Vivo digestibility at two Institutes. Netherlands Journal of Agricultural Science 19 (2): 106-113. 1971.
19. _____ and VAN SOEST, P. J. Prediction of forage digestibility from some laboratory procedures. Netherlands Journal of Agricultural Science 17 (2): 119-127. 1969.
20. FRENCH, M. H. y CHICCO, C. F. Estudio de la digestibilidad de los pastos en Venezuela. III. Valor nutritivo de los pastos elefante, guinea y pará durante la estación seca. Agronomía Tropical (Venezuela) 10 (2): 47-55. 1960.
21. GAILLARD, B. D. E. The relation between the cell-wall constituents of roughages and the digestibility of the organic matter. Journal of Agricultural Science 59: 369-373. 1962.

22. GARCIA, R. and FERRER, F. Relative digestibility (In Vitro) of some tropical grasses and legumes. In: International Grassland Congress, 12 Moscow, 1974. Proceedings. pp. 187-193. (Res. en Herbage Abstracts 46 (3): 1207. 1976).
23. GOERING, H. K. and VAN SOEST, P. J. Forage fiber analyses: apparatus, reagents procedures and some applications. Washington, D. C. Agricultural Research Service, 1970. 20 p. (Agriculture Handbook, no. 379).
24. GOMIDE, J. A.; NOLLER, C. H.; MOTT, G. O.; CONRAD, J. H. and HILL, D. L. Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and In Vitro cellulose digestibility of tropical grasses. Agronomy Journal 61 (1): 116-120. 1969.
25. GRANT, R. J.; VAN SOEST, P. J. and McDOWELL, R. E. Influence of rumen fluid source and fermentation time In Vitro true dry matter digestibility. Journal of Animal Sci. 57 (10): 1201-1205. 1974.

26. GRANT, R. J.; VAN SOEST, P. J.; McDOWELL, R. E. and PEREZ JUNIOR, C. B. Intake, digestibility and metabolic loss napier grass by cattle and buffaloes when fed wilted, chopped and whole. *Journal Animal Sci.* 39: 423-434. 1974a.
27. HARRIS, L. E. Métodos para análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Trad. por Juan Salazar. Gainesville, Fla., Center for Tropical Agriculture 1970. pp. 5301-5309.
28. HAVARD-DUCLOS, B. Las plantas forrajeras tropicales. Barcelona, Blume, 1969. pp. 61-62, 96-98 (Colección Agricultural Tropical).
29. HOLM, J. Nutritive value of hay from tropical grasses cut at different growth stages. 2. Investigations on the digestibility of hay. *Wirtschaftseigene Futter* 18 (3): 246-252. 1970. (Res. en Herbage Abstracts 45 (2): 492. 1975).

30. HOLM, J. The nutritive value of 12 tropical forage plants from the Chiang Mai region of Thailand. *Landwirtschaftliche Forschung* 26 (4): 313-325. 1973. (Res. en *Herbage Abstracts* 45 (11): 4665. 1975).
31. HUGHES, H. D.; HEATH, M. E. y METCALFE, D. S. *Forrajes. Composición y valor nutritivo de los forrajes.* Trad. de la 2. ed. por José Luis de la Loma. México, Continental, 1966. pp. 59-69.
32. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. *Gramíneas y Leguminosas Forrajeras en Colombia.* Bogotá, 1970. pp. 130-135. (Manual de Asistencia Técnica, No. 10).
33. _____. Informe anual del Programa de Pastos y Forrajes. Bogotá. 1970a. 130 p.
34. _____. Informe anual del Programa de Pastos y Forrajes. Bogotá. 1974. 158 p.
35. ISHIGURI, T. Assessment of digestible dry matter of grass from its cell wall, cell contents and their digestibility. *Journal of Japanese Society of Grassland Science* 20 (4): 189-192. 1974. (Res. en *Herbage Abstracts*. 45 (11): 4659. 1975).

36. JOHNSON, W. L. and PEZO, D. Cell-wall fractions and In Vitro digestibility of peruvian feedstuffs. Journal Animal Science 41: 185-197. 1975.
37. _____; HARDISON, W. A. and CASTILLO, L. S. The nutritive value of Panicum maximum (guinea grass). I. Yields and chemical composition related to season and herbage growth stage. Journal of Agricultural Science 69: 155-160. 1967.
38. LESPERANCE, A. L.; CLANTON, D. C.; NELSON, A. S. and THEURER, C. B. Factors affecting the apparent chemical composition of fistula samples. University of Nevada, Agricultural Experiment Station, 1974. 30 p. (Publication, No. T 18) (Res. en Herbage Abstracts 46 (1): 208. 1976).
39. LOTERO C., J. Principales factores que influyen en la productividad ganadera. In: Instituto Colombiano Agropecuario. Curso de Pastos y Forrajes. Bogotá, 1976. pp. 1-32 (Compendio, No.11).

40. MARSHALL, B.; LONG, M. I. E. and THORNTON, D. D. Nutri-
tive value of grasses in Ankole and the Queen Elizabeth
National Park, Uganda. III. In Vitro dry matter di-
gestibility. Tropical Agriculture 46 (1): 43-46.
1969.
41. 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. Journal Animal Sci.
32 (5): 1030-1036. 1971.
42. MCKOSKER, T. H. and TEITZEL, J. K. A review of guinea
grass (Panicum maximum) for the wet tropics of Austra-
lia. Tropical Grasslands 9 (3): 177-190. 1975.
43. McLEOD, M. N. and MINSON, D. J. Sources of variation in
the In Vitro digestibility of tropical grasses. Jour-
nal of the British Grassland Society 24 (3): 244-
249. 1969.
44. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Colombia. Programas ganade-
ros 1974-1975. Bogotá. 1974. pp. 57-59, 91-100.

45. MINSON, D. J. Influence of lignin and silicon on a summative system assessing the organic matter digestibility of panicum. Australian Journal of Agricultural Research 22 (4): 589-598. 1971.
46. _____. The digestibility and voluntary intake of six varieties of panicum. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 11 (48): 18-25. 1971a.
47. MOWAT, D. N.; KWAIN, M. L. and WINCH, J. E. Lignification and In Vitro cell wall digestibility of plant parts. Canadian Journal of Plant Science 49: 499-504. 1969.
48. NEWMAN, D. M. R. The universal application of the two stage In Vitro technique for pasture quality evaluation. In: International Grassland Congress, 12 Moscow, 1974. Proceedings. pp. 294-305. (Res. en Herbage Abstracts 45 (10): 4012. 1975).

49. OLUBAJO, F. O.; VAN SOEST, P. J. and OYENUGA, V. A.
Chemical composition of tropical grasses by the detergent methods and their In Vitro digestibility. Journal of the Association for the advancement of Agricultural Science in Africa. 2 (Supplement 1): 130-135. 1973. (Res. en Herbage Abstracts 45 (3): 785. 1975).
50. OSBOURN, D. F. and GONZALEZ, G. V. New techniques for the evaluation of herbage and forages for ruminants. Revista Pastos 3 (1): 156-167. 1973) (Res. en Herbage Abstracts 45 (11): 4657. 1975).
51. _____; THOMSON, D. J. and TERRY, R. A. The relationship between voluntary intake and digestibility of forage crops, using sheep. In: International Grassland Congress, 10. Helsinki, Finlandia 7-16 julio, 1966. Proceedings. pp. 363-367.
52. _____; TERRY, R. A.; OUTEN, G. E. and CAMEL, S. B. The significanse of a determination of cell walls as the rational basis for the nutritive evaluation of forages. In: International Grassland Congress, 12 Moscow, 1974. Proceedings. pp. 514-519. (Res. en Herbage Abstracs 45 (11): 4658. 1975).

53. OYENUGA, V. A. Effect of frequency of cutting on the yield and composition of some fodder grasses in Nigeria (Pennisetum purpureum Schum.) Journal of Agricultural Science 53: 25-33. 1959.
54. _____. Effect of stage of growth and frequency of cutting on the yield and chemical composition of some nigerian fodder grasses Panicum maximum, Jacq. Journal of Agricultural Science 55: 339-350. 1960.
55. PARRA, R.; COMBELLAS, J. y GONZALEZ, J. E. Composición y Valor nutritivo de forrajes producidos en el trópi co. 2. Fracciones químicas que afectan la disponibilidad de los componentes fibroso. Agronomía Tropical (Venezuela) 22 (3): 219-230. 1972.
56. PRITCHARD, G. I.; FOLKINS, L. P. and PIGDEN, W. J. The In Vitro digestibility of whole grasses and their parts at progressive stages of maturity. Canadian Journal of Plant Science 43 (1): 79-87. 1963.

57. QUINTERO, S. Valor nutritivo de los forrajes. In: Instituto Colombiano Agropecuario. Curso de Pastos y Forrajes Bogotá, 1976. pp. 129-144. (Compendio 11).
58. RAYMOND, W. F. Componentes in the nutritive value of forages. In: C. M. HARRISON, ed. Forage Economics quality. Madison, Wisconsin, American society of Agronomy, 1968. pp. 47-62.
59. _____. The nutritive value of herbage. In: Abrams, J. T. Ed. Recent advances in animal nutrition. Boston, Little Brown, 1966. pp. 81-118.
60. REYES, Y. Determinación del valor nutritivo de algunas gramíneas usadas en Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 6: 215-222. 1972.
61. RIBAMAR PEREIRA, J. y BASTOS D'OLIVEIRA, L. O. Efeito de duas fontes de nitrogênio na produção de matéria seca e proteína bruta no capim elefante. (Pennisetum purpureum, Schum). Turrialba 26 (1): 28-32. 1976.

62. SILVEIRA, A. C.; TOSI, H.; FARIA DE, U, P. y SPERS, A.
Effect of different treatments on the digestibility
In Vitro of napier grass (Pennisetum purpureum, Schumach)
silages. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia
2 (2): 216-226. 1973. (Res. en Herbage Abstracts 45
(1): 103. 1975).
63. SMITH, G. S.; NELSON, A. B. and BOGGINO, E. J. A. Digestibility of forages In Vitro as affected by content of silica. Journal Animal Sci. 33 (2): 466-471. 1971.
64. SOSULSKI, F. W. and PATTERSON, J. K. Correlations between digestibility and chemical constituents of selected grass varieties, Agronomy Journal 53 (3): 145-149. 1961.
65. SOTOMAYOR-RIOS, A.; Acosta MATIEZO, A. and VELEZ FORTUÑO, A.
Yield comparison and plant character correlations on 16 panicum accessions. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 55 (2): 174-183. 1971.
66. _____; JULIA, F. J. and ARROYO-AGUILU, J. A. Affects of harvest intervals on the yield and composition of forage grasses. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 58 (4): 448-455. 1974.

67. STOBBS, T. H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Tropical Grasslands* 9 (2): 141-150. 1975.
68. SULLIVAN, J. T. Evaluation of forage crops by chemical analysis; a critique. *Agronomy Journal* 54: 511-515. 1962.
69. TESSEMA, S. Nutritional value of some tropical grass species compared to some temperate grass species. *Dissertation Abstracts International* 33B (10): 4604-4605. 1973. (Res. en Herbage Abstracts 45 (7): 2224. 1975).
70. THOMAS, D. Evaluation of cultivars of panicum on the Lilongwe plain, Malawi. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 53 (3): 225-230. 1976.
71. TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A.; DERIAZ, R. E. and OUTEN, G. E. The digestibility of structural carbohydrates of grasses by rumen microorganisms In Vitro. *Journal of the British Grassland Soc.* 24: 238-243. 1969.

72. TILLEY, J. M. A.; DERIAZ, R. E. and TERRY, R. A. The In Vitro measurement of herbage digestibility and assessment of nutritive value. In: International Grassland Congress, 9, Berkshire, England, 11-21. julio, 1960. Proceedings pp. 533-537.
73. _____ and TERRY, R. A. A two-stage technique for the In Vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18 (2): 104-111. 1963.
74. TINNIMIT, P. and THOMAS, J. W. Forage evaluation using various laboratory techniques. Journal Animal Sci. 43 (5): 1058-1065. 1976.
75. TOBINO, T. and MIKAMI, N. Determination method of digestibility of forage dry matter and cell wall constitution by artificial rumen-neutral detergent treatment. Bulletin of the Hokkaido National Agricultural Experiment Station 110: 71-80. 1975 (Res. en Herbage Abstracts 46 (1): 211. 1976.

76. VAN SOEST, P. J. Nonnutritive residues: A sistem of analysis for the replacement of crude fiber. *Journal of the Association of official Analytical Chemists* 49: 546-551. 1966.
77. _____. Structural and chemical characteristics which limit the nutritive value of forage. *In*: C. M. Harrison, ed. *Forage economic-quality*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1968. pp. 63-76.
78. _____. Symposium of factors influencing the voluntary intake in relacion to chemical composition and digestibility. *Journal Animal Sci.* 24: 834-843. 1965.
79. _____. Symposium on nutrition and forages and pastures: new chemical procedures for evaluating forages. *Journal Animal Sci.* 23: 838-845. 1964.

80. VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. 1.- Preparation of fiber residues of low nitrogen content. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists 46: 825-829. 1963.
81. _____. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin Journal of the Association of Official Agricultural Chemists 46: 829-835. 1963a.
82. _____. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. III. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists 48: 785-790. 1965a.
83. _____ and JONES, L. H. Effect of silica in forages upon digestibility. Journal of Dairy Sci. 51 (10): 1644-1648. 1968.
84. _____ and WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. Journal of the Association of Official Analytical Chemist 51: 780-785. 1968.

85. VAN SOEST, P. J. and WINE, R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. Journal of the Association of Official Analytical Chemists 50 (1): 50-55. 1967.
86. _____; ARROYO-AGUILU, J. and TESSEMA, S. Relationship between silicon content and In Vitro digestibility of tropical grasses. Journal of Dairy Science 57 (5): 621. 1974. (Abstracts).
87. _____; WINE, R. H. and MOORE, L. A. Estimation of the true digestibility of forages by the In Vitro digestion of cell walls. In: International Grassland Congress, 10. Helsinki, Finlandia, 7-16, julio, 1966. Proceedings. pp. 438-441.
88. WILSON, R. K. and McCARRICK, R. B. Apparent dry-matter digestibility, voluntary food-intake and yields of dry matter of mixed swards, conserved as artificially dried grass and tetrapod hay, at progressive stages of maturity. In: International Grassland Congress, 10, Helsinki, Finlandia 7-16 julio, 1966. Proceedings. pp. 371-379.

APENDICES

APENDICE 1. DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO

TABLA 1. Contenido de protefna y constituyentes de la pared celular del pasto elefante (Pennisetum purpureum, Schumach) en tres épocas de corte. (porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epoca de corte días	PC %	CPC %	FDA %	Hemice- lulosa %	Lignina %	Celulosa %	Sflice %
30	7.93	64.48	39.66	24.82	3.89	30.33	4.86
	7.65	64.93	40.03	24.90	4.23	30.35	4.78
	8.02	63.39	39.32	24.07	3.56	30.39	4.88
	7.56	63.08	39.69	23.39	3.90	30.35	4.83
45	6.11	68.68	42.12	26.56	4.85	31.53	5.46
	5.61	68.72	41.72	26.99	4.54	31.36	5.44
	5.95	67.85	42.47	25.38	5.14	31.65	5.38
	5.89	68.00	42.10	25.90	4.84	31.51	5.42
60	5.42	71.83	43.41	28.42	5.63	33.04	4.06
	5.95	72.43	43.64	28.79	5.90	33.39	3.58
	5.51	73.11	43.35	29.76	5.57	33.14	4.02
	5.80	72.18	43.46	28.72	5.68	33.19	3.88

TABLA 2. Contenido de proteína y constituyentes de la pared celular del pasto guinea (Panicum, maximum, Jacq) en tres épocas de corte. (Porcentaje expresado en base seca). Palmira, 1977.

Epoca de corte días	PC %	CPC %	FDA %	Hemice- lulosa %	Lignina %	Celulosa %	Sílíce %
30	9.11	66.63	41.25	25.38	3.75	31.45	5.84
	8.25	67.09	41.37	25.72	3.55	31.89	5.78
	8.65	64.56	42.27	22.29	3.85	32.09	5.92
	8.39	65.78	41.64	24.14	3.70	31.96	5.63
45	7.62	69.66	43.78	25.88	4.57	33.32	5.60
	7.39	69.01	44.01	25.00	4.62	33.43	5.75
	6.95	66.72	43.00	23.72	4.10	33.07	5.46
	6.84	66.86	43.52	23.34	4.18	33.15	5.52
60	6.31	71.09	47.15	23.94	5.20	35.91	5.24
	6.02	71.73	46.28	25.45	5.07	35.41	5.12
	6.20	70.24	46.72	23.52	4.99	35.67	5.33
	5.91	72.17	46.70	25.47	4.79	35.76	5.55

TABLA 3. Coeficientes de digestibilidad verdadera de la materia seca In Vitro de los pastos elefante (Pennisetum purpureum, Schumach) y guinea (Panicum maximum, Jacq) en tres épocas de corte. Palmira, 1977.

Epoca de corte días	G R A M I N E A	
	Elefante	Guinea
30	79.84	72.40
	78.16	74.60
	80.01	73.20
	78.23	72.64
45	72.94	65.44
	73.50	63.54
	73.92	67.60
	72.52	65.50
60	69.73	62.01
	70.05	60.15
	68.82	61.64
	68.63	61.03

APENDICE 2. ANALISIS DE VARIANZA

TABLA 4. Análisis de varianza de la composición química y digestibilidad de los pastos elefante y guinea en tres épocas de corte.

1. Contenido de proteína cruda (PC)

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Forraje	1	4.3350	4.3350	55.466**
Edad	2	22.4668	11.2334	143.731**
Forraje x edad	2	0.7644	0.3822	4.890*
Error	18	1.4068	0.07815	
Total	23	28.9730		

2. Contenido de pared celular (CPC)

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Forraje	1	0.3408	0.3408	0.376
Edad	2	188.2524	94.1262	103.854**
Forraje x edad	2	10.4810	5.2405	5.782*
Error	18	16.3140	0.9063	
Total	23	215.3882		

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%

TABLA 4. (Continuación)

3. Contenido de fibra en detergente ácido (FDA).

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Forraje	1	29.7483	29.7483	249.485**
Edad	2	78.6821	39.3410	329.935**
Forraje x edad	2	3.3591	1.6795	14.086**
Error	18	2.1463	0.1192	
Total	23	113.9358		

4. Contenido de Lignina (L).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Forraje	1	1.1970	1.1970	26.487**
Edad	2	9.6137	4.8068	106.359**
Forraje x edad	2	0.2524	0.1262	2.792
Error	18	0.8135	0.0452	
Total	23	11.8766		

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%.

TABLA 4. (Continuación)

5. Contenido de Celulosa (C).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Forraje	1	21.8123	21.8123	711.012**
Edad	2	45.3772	22.6886	739.579**
Forraje x edad	2	1.1036	0.5518	17.988**
Error	18	0.5522	0.0307	
Total	23	68.8454		

6. Contenido de Hemicelulosa (H).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Forraje	1	23.7010	23.7010	23.123**
Edad	2	23.6443	11.8221	11.534**
Forraje x edad	2	19.7029	9.8514	9.611**
Error	18	18.4497	1.0250	
Total	23	85.4979		

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%.

TABLA 4. (Continuación).

7. Contenido de Sílice (Si).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Forraje	1	4.2926	4.2926	225.646**
Edad	2	3.6579	1.8290	96.141**
Forraje x edad	2	1.6423	0.8211	43.165**
Error	18	0.3424	0.0190	
Total	23	9.9353		

8. Digestibilidad verdadera de la materia seca In Vitro
(DVMSIV).

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Forraje	1	312.4817	312.4817	300.451**
Edad	2	482.6610	241.3305	232.039**
Forraje x edad	2	5.7633	2.8817	2.770
Error	18	18.7207	1.0400	
Total	23	819.6268		

* Significativo al nivel del 5%

** Significativo al nivel del 1%.