

11  
213  
173  
0

DIGESTIBILIDAD in vitro DE LAS GRAMINEAS NATIVAS Axonopus purpussi, Metz  
y Trachypogon vestitus, Anders EN SUELOS DE SABANA DE LOS LLANOS  
ORIENTALES



TESIS BIF LIOTEC  
62211

1  
1

Presentada al Programa de Estudios Para Graduados en Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario

P o r

HUGO B HUERTAS RAMIREZ

Como requisito parcial para optar al título de

MAGISTER SCIENTIAE

Bogotá, Colombia

1977

TESIS APROBADA POR

Presidente de Tesis

---

ENRIQUE ALARCON MILLAN, PH D

Profesor Consejero

---

JAVIER BERNAL E , Ph D

Profesor Consejero

---

JUAN JOSE SALAZAR, Ph D

" El presidente de Tesis y el Consejo examinador  
de grado, no serán responsables de las ideas  
em tidas por el candidato "

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional)

DEDICO

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

## AGRADECIMIENTOS

Expreso sincera gratitud al doctor Enrique Alarcón M , consejero principal de este trabajo, por su constante e invaluable asesoría

A los doctores Javier Bernal E., y Juan J Salazar C , miembros de mi Comité Consejero

Al doctor Pablo E Mendoza M , con quien inicié el proyecto de este estudio

A los doctores Raúl Pérez B , y Juvenal Gómez por su constante colaboración en la Estación Experimental Carimagua

Al Laboratorio de Nutrición y a la División de Estadística y Sistemas

A la Dirección Nacional del Programa de Pastos y Forrajes y a la División de Ciencias Animales

## CONTENIDO

	Página
1 INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2 1 Los Llanos Orientales	4
2 2 Vegetación gramífera de los Llanos Orientales	5
2 3 Efecto de las altas temperaturas y humedad	6
2 4 Fracciones Químicas del forraje	7
2 4 1 Constituyentes Celulares	7
2 4 2 La lignina y sus efectos sobre la digestibilidad de la materia seca	9
2 4 3 Digestibilidad <u>in vitro</u> verdadera	10
3 MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Localización	13
3 2 Forraje	13
3 3 Digestibilidad <u>in vitro</u>	14
3 4 Proteína	14
3 5 Determinación de la pared celular, fibra en detergente ácido y sus constituyentes	14
3 6 Análisis estadístico	15
4 RESULTADOS Y DISCUSION	16
4 1 Digestibilidad	16
4 2 Comparación entre guaratara y paja llanera en relación con los componentes del valor nutri- tivo del forraje	32

	Página
5	CONCLUSIONES 39
6	RESUMEN 41
7	SUMMARY
	BIBLIOGRAFIA
	APENDICE

LISTA DE TABLAS

	Página	
TABLA 1	<p>Coeficiente de digestibilidad verdadera <u>in vitro</u> de guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo, a medida que avanza el estado de Madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977</p>	17
TABLA 2	<p>Reducción diaria de la digestibilidad en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977</p>	18
TABLA 3	<p>Coeficientes de correlación entre la edad del forraje y la digestibilidad y con cada constituyente de la pared celular de los pastos guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo Carimagua, 1977</p>	21
TABLA 4	<p>Contenido de pared celular en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo, a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977</p>	22

TABLA 5	Contenido de lignina en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977	24
TABLA 6	Contenido de sílice en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977	25
TABLA 7	Contenido de celulosa en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977	27
TABLA 8	Contenido de hemicelulosa en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977	28
TABLA 9	Contenido de fibra en detergente ácido en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977	29

TABLA 10	Contenido de proteína cruda en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977	31
TABLA 11	Coeficiente de correlación entre la digestibilidad de guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo y los constituyentes celulares	37

LISTA DE TABLAS DEL APENDICE

	Página
TABLA 1 Coeficiente de digestibilidad y constituyentes celulares de guaratara después de la quema a medida que avanza el estado de madurez (porcentaje expresado en base seca) Carimagua,1977	58
TABLA 2 Coeficiente de digestibilidad y constituyentes celulares de guaratara después del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado en base seca) Carimagua,1977	59
TABLA 3 Coeficiente de digestibilidad y constituyentes celulares de paja llanera después del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado en base seca) Carimagua, 1977	60
TABLA 4 Coeficiente de digestibilidad y constituyentes celulares de paja llanera después de la quema a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado en base seca) Carimagua, 1977	61

## LISTA DE ABREVIATURAS

DVMSIV	=	Digestibilidad verdadera de la Materia seca <u>in vitro</u>
C P C	=	Contenido de Pared Celular
F D A	=	Fibra en Detergente Acido
L	=	Lignina
C	=	Celulosa
H	=	Hemicelulosa
S	=	Sflice
P	=	Proteína
M.S	=	Materia Seca
$r$	=	Coefficiente de correlación

## 1 INTRODUCCION

Un estudio sobre la ganadería bovina en Colombia indica que en los Llanos Orientales solamente se utilizan 37% de 22 millones de hectáreas de praderas naturales y que el número de cabezas de ganado es de 2.3 millones (12). Es bien conocido que la productividad de su ganadería es baja, debido a deficiencias nutricionales en proteína, energía y minerales, en la dieta del ganado. Esto depende principalmente de un sistema de explotación extensivo basado en una alimentación con pastos nativos y muy pocas leguminosas.

Los resultados de investigaciones obtenidos hasta el presente por el ICA y el CIAT en la Estación Experimental Carimagua, muestran como el ganado que permanece en pastos nativos bajo ciertos sistemas de manejo presenta un crecimiento aceptable, a veces comparable con el de algunos pastos introducidos. En términos de producción anual los pastos mejorados dan mayor rendimiento en invierno que el pasto nativo, pero esta ventaja es aparente ya que en época seca el animal decrece en peso hasta 550 gramos por día (7, 20). En consecuencia, es necesario evaluar el valor nutritivo de los pastos con el fin de establecer una base de comparación que sirva para complementar los requerimientos nutricionales del animal, con el objeto de mejorar la producción de carne y la reproducción del ganado.

La evaluación de calidad de los forrajes tropicales se ha realizado corrientemente utilizando el sistema Weende. Este método parece ser de

poca utilidad en forrajes con un alto contenido de fibra, como es el caso de los pastos de los Llanos. Es importante estudiar nuevas técnicas sobre evaluación del valor nutritivo de los forrajes, como la de Van Soest (18). El método de Van Soest permite dividir la materia seca de los forrajes en un componente de disponibilidad nutricional uniforme o contenido celular y otro de utilización variada o fibra. Además se obtiene el fraccionamiento químico de los constituyentes de la pared celular, de cuyo contenido y proporciones depende el mayor o menor grado de aprovechamiento de la fibra y en general la calidad del forraje.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el valor nutritivo del forraje de dos gramíneas de los Llanos Orientales: Axonopus purpussi, Metz y Trachypogon vestitus, Anders, guaratara y paja del llano, respectivamente, obtenido después de la quema y del pastoreo. Además se estudiaron los cambios en la composición química en cinco estados diferentes de desarrollo, desde los 15 hasta los 55 días.

La selección de guaratara y paja del llano se hizo teniendo en cuenta las condiciones en que crecen favorablemente estos dos pastos. El primero ha sido considerado tradicionalmente como uno de los pastos nativos del Llano de mejor calidad y el segundo es importante por su gran predominancia, especialmente en el Departamento del Meta.

Las variables del valor nutritivo estudiadas fueron:

- Digestibilidad verdadera in vitro de la materia seca (DVM5IV)

- Determinación de la proteína cruda (P)
- Determinación de la pared celular (P C ) y de la fibra en detergente ácido (F D A)
- Determinación de los constituyentes de la pared celular lignina (L), celulosa (C), hemicelulosa (H) y sílice (S)

2.1 Los Llanos Orientales

Las sabanas tropicales de Latinoamérica se encuentran en Bolivia, Brasil, Colombia, Venezuela y Guayanas, Paladines (37) dice que no es posible hablar de un solo tipo de sabana para todos los países, ni aún siquiera dentro de cada país, aunque todas tiene dos características fundamentales en común: baja fertilidad del suelo y una estación seca rigurosa en el año, de deficiencia hídrica marcada, a pesar de que la precipitación anual es elevada.

Los Llanos Orientales abarcan un 40% de 40 millones de hectáreas de pastos que dispone Colombia (12). Se caracterizan por una topografía plana, con alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre 95 m en el extremo oriental y 600 m en las estribaciones de la cordillera, precipitación anual entre 1000 - 4000 mm., temperatura que varía entre 21.8°C y 32.2°C. Comprende las formaciones ecológicas bmh-T, bs-T, con una amplia zona de transición entre estas dos formaciones. Los suelos son de tipo oxisólico, con pH promedio de 4.5 y características físicas buenas, pero extremadamente pobres en fósforo, calcio y nitrógeno, excesos de aluminio y bajo contenido de potasio y magnesio (3, 5, 7, 11, 43).

Las deficiencias nutricionales en proteína, energía y minerales son la principal causa de la baja reproducción, crecimiento retardado y susceptibilidad de los animales a las enfermedades en las regiones de sabana

(7-37) La única fuente alimenticia del ganado son los pastos nativos y muy pocas leguminosas de aprovechamiento estacional. Su utilización y valor nutritivo son mejorados por la quema (20)

## 2.2 Vegetación graminífera de los Llanos Orientales

La vegetación típica de los Llanos Orientales es graminífera y sus praderas naturales se caracterizan por predominio de forrajes fibrosos, aunque la mayoría son consumidos por el ganado en determinado estado de desarrollo. Sin embargo, no todos los pastos de sabana son considerados de mala calidad.

Blydenstein (5), en un estudio sobre los Llanos Orientales, reconoció 10 tipos de sabana basado en su vegetación y gradiente de humedad del suelo. Guaratara y paja del llano distinguen el tipo de sabana de humedad restringida, con drenajes naturales y suelo ácido. Guaratara se presenta algunas veces en sabana húmeda formando núcleos independientes o asociados con otras gramíneas. Paja del llano también caracteriza el tipo de sabana seca. Taxonómicamente estas dos gramíneas se reconocen como Axonopus purpussi (Metz) y Trachypogon vestitus, Anders, respectivamente.

La mayor importancia de Trachypogon es debida a las extensas áreas que ocupa como dominante (38) y comprende una variedad de géneros conocidos como "Saeta" (40). Rattray (41) menciona que Trachypogon se encuentra ampliamente distribuido en África, asociado al tipo de cubierta herbácea que caracteriza los géneros Hyparrhenia, Loudetia y Themeda, espe-

cialmente en Sudáfrica y Congo López (26), reporta que en Colombia Trachypogon es común en suelos de sabana pobres y arenosos, preferencialmente en suelos bien drenados, es resistente a la quema y el ganado apetece bien los retoños y plantas tiernas, se propaga en forma natural por medio de cariopsides. Se adapte a condiciones de muy baja fertilidad y no se le observó respuesta a la fertilización. Cuando la fertilidad natural ha mejorado o la pradera es frecuentemente transitada, generalmente es reemplazada por gramíneas de mejor calidad, como guaratara (43)

Guaratara es una planta de porte bajo, forma macollas pequeñas con hojas cortas y medianamente suaves. Se propaga por semilla y su desarrollo se favorece por rastrillo. Responde a la fertilización y además esta práctica retarda la floración (43). El tiempo de floración se presenta de Junio a Octubre, la cual sucede muy pronto después del rebrote. No florece en verano \*

Guaratara prospera bien en sitios húmedos y también en suelos bien drenados y poco erosionados de los Llanos colombo-venezolanos, crece con frecuencia asociado a Trachypogon, a la cual puede reemplazar espontáneamente (26, 28)

### 2.3 Efecto de las altas temperaturas y humedad

El grado de respuesta de la planta a las altas temperaturas puede

---

\* Pérez, R Programa de Pastos y Forrajes Carimagua, ICA Información personal 1976

ser elevado por la propia conducta de las plantas, pero es alterado por numerosos factores, como estado de desarrollo, tipo de planta, tiempo de exposición y humedad ambiental. Laude (25) menciona que por efectos de las altas temperaturas se presentan cambios químicos en la planta, como menor contenido de fructosa y sucrosa, incremento en celulosa, lignina y pentosas y altos incrementos en nitrógeno total, con mayor proporción de nitrógeno soluble. Wilson (56) observó que por el calor se incrementa la pared celular y decrece la digestibilidad de la materia seca. Anota que esto es debido a cambios sobre la aceleración de los procesos normales de maduración de los tejidos.

Kinbacher (24) indujo daños a 3 variedades de avena por aumento de la humedad relativa y concluyó que esta influye significativamente sobre la habilidad de la planta para resistir daños por el calor. Las lesiones fueron menores en variedades resistentes a altas temperaturas, por su sistema de transpiración más efectivo. Wilson (56) notó inconsistentes efectos sobre la digestibilidad y contenido de pared celular en pasturas tropicales y subtropicales por variaciones de la humedad atmosférica. Wilson y Ng (57) observaron agotamiento en los forrajes sometidos a fuertes cambios en la humedad. El estrés por agua aumenta el tallo y prolonga la inflorescencia con lo que se afecta la digestibilidad sin producirse cambios en las proporciones de los constituyentes de la pared celular.

## 2.4 Fracciones Químicas del Forraje

### 2.4.1 Constituyentes Celulares

El concepto generalizado por Van Soest (50), respecto a la dispo-

nibilidad nutritiva de las fracciones químicas de la planta, ha inducido a analizar los forrajes por métodos que separen satisfactoriamente los nutrientes más digestibles de los menos digestibles

Los forrajes de clima tropical se caracterizan por elevado contenido de fibra cruda de la cual depende la calidad nutritiva del alimento. La obtención de fibra cruda mediante fraccionamiento químico por el sistema Weende es incorrecto puesto que casi la totalidad de la lignina es excluida de la fibra (44). Según Alarcón (2), este sistema se considera obsoleto puesto que involucra graves errores en cuanto a su metodología y distinción entre las fracciones de la materia seca que son verdaderamente disponibles para los animales. Se puede comprender, entonces, por qué el análisis químico, por éste método, de un alimento rico en fibra, es de dudosa utilidad. Este sería especialmente el caso de los pastos tropicales.

La división de la materia seca en contenido celular y pared celular establece sin duda un componente de alta disponibilidad nutritiva y otro de utilización variable (52). El primero constituido por almidones, azúcares, proteínas, grasas, taninos, ácidos grasos, pectinas, y pigmentos solubles en agua, considerado totalmente digestible, mientras que el segundo comprende la verdadera fibra total de digestibilidad variable e incluye celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice, compuestos nitrogenados insolubles y cenizas.

Un detergente neutro divide la materia seca en contenido celular

y pared celular y un detergente ácido permite obtener el complejo ligno-celulosa-sílice o fibra ácida. Puesto que lignina y sílice son las fracciones de la pared celular que limitan su utilización conviene fraccionar los lo cual se obtiene con tratamiento por permanganato y posteriormente con ácido bromhídrico (18,54)

El contenido de fibra total de los forrajes varía ampliamente. La pared celular no puede considerarse como una fracción de disponibilidad nutricional uniforme sino que varía con respecto a la especie y edad de la planta (2). Mowat y colaboradores (34) encontraron contenidos de pared celular desde 23.9% hasta 79.8%. A medida que avanza la maduración se incrementa la pared celular (16, 22, 27)

2.4.2 La lignina y sus efectos sobre la disponibilidad de la materia seca

La lignina es la responsable de la incompleta digestibilidad de celulosa y hemicelulosa. Esta acción puede ocurrir por bloqueo químico o mecánico el cual está correlacionado con el grado de lignificación o de maduración de la planta, siendo más fuerte con el aumento de edad (6).

Tratamientos químicos de forrajes lignificados con soluciones alcalinas, o físicos, aumentan su digestibilidad por mayor exposición de la celulosa a la actividad microbiana-ruminal debido a dilatación de la membrana celular por efecto del alcalis o por más superficie de acción debida al picado. Igualmente se aumenta el consumo (10, 35, 55,59). Alwash y Thomas (4) y Moore (33) encontraron que la digestibilidad de la materia seca disminuía cuando el alimento se suministraba bastante molido y repor-

ten relación directa entre la digestión y el tamaño de la partícula a causa del tiempo de fermentación rumenal más corto por pasaje más acelerado hacia el post-rumen

Diferentes especies de plantas se caracterizan por diferentes relaciones de hemicelulosa a celulosa y a lignina (45, 51) Está claramente establecido que estas relaciones no intervienen sobre la digestibilidad del contenido celular (50)

Debido a que la celulosa pura delignificada es degradada completamente por acción bacterial, confirma el hecho de que la reducción en la digestibilidad de celulosa y por tanto de la pared celular, se deriva de la lignina (15) Sin embargo, la influencia de la lignina sobre la celulosa es aparentemente distinta en gramíneas y leguminosas, ya que para un mismo nivel de lignificación la fibra de las gramíneas presenta menor digestión que la de las leguminosas (34)

#### 2 4.3 Digestibilidad in vitro verdadera

Raymond (42) considera que el valor nutritivo de un alimento está dado por su consumo, digestibilidad y eficiencia Generalmente se expresa proporción directa entre consumo y digestibilidad, pero de acuerdo con Milfor y Minson (31), esta relación es adecuada cuando se comparan forrajes de la misma especie o variedad La relación puede desaparecer cuando se comparan forrajes de diversas especies Por eso, estos investigadores afirman que el consumo per se es factor más importante que la digestibili-

dad per se para determinar el consumo de nutrientes Osburn y colaboradores (36) encontraron diferencias del 16% de consumo en dos variedades de raygras italiana, con digestibilidades del 70% para ambas variedades

En la práctica, la utilización de animales para analizar alimentos resulta limitada, de tal manera que los métodos de laboratorio son de gran utilidad y complemento de los métodos in vivo, aunque no un sustituto de estos Desde que en 1932 Woodman y Stewart (58) realizaron estudios de técnicas in vitro para determinar los factores que influyen en el valor nutritivo de los forrajes, como los efectos de lignificación, se han establecido técnicas de digestibilidad in vitro con alta relación a las in vivo En 1963, Tilley y Terry (47) propusieron la técnica de dos fases, después de encontrar que la digestibilidad de la materia seca sometida a fermentación anaeróbica con líquido rumenal y seguida por una digestión con pepsina ácida, coincidía mejor con las determinaciones hechas con animales (48) En el sistema de Tilley y Terry (47) la fase microbiana es seguida por la fase enzimática, destruyéndose así la mayoría de las proteínas del alimento y bacterias No obstante, quedan residuos digestibles y por esto su denominación de digestibilidad aparente Cuando los residuos son excretas del animal están compuestos por material no digerido del alimento, remanentes de bilis y de los jugos gástricos, pancreático y entérico, restos celulares procedentes de la mucosa intestinal y de la pared celular bacterial, productos de excreción eliminados por el intestino y restos celulares y metabolitos de microorganismos del intestino grueso

(8)

Aunque a partir de la digestibilidad aparente se puede predecir la digestibilidad verdadera, Goering y Van Soest (17) sustituyeron la fase enzimática por un detergente neutro para obtener directamente la digestibilidad verdadera, ya que este detergente solo deja como residuo la porción completamente indigerible del alimento o forraje

Es bien sabido que a medida que madura el pasto, decrece su digestibilidad. Minson y colaboradores (32) establecieron que cada forraje posee una relación característica entre el estado de madurez y la digestibilidad. Mientras esta decrece más rápidamente en algunas variedades, especialmente de clima medio (27, 32) no sucede así con pastos de ambiente tropical (9, 22)

Silica ha sido otro controvertido constituyente de la membrana celular a la cual Van Soest (53) le atribuye un efecto negativo sobre la digestibilidad. Por cada unidad de incremento de sílice, la digestibilidad decrece tres unidades. Los pastos metabolizan sílica según su disponibilidad en el suelo y la depositan en la pared celular, en concentraciones que dependen del tipo de suelo y planta (23). Los contenidos de sílice y lignina tiende a estar relacionados negativamente con la digestibilidad de carbohidratos estructurales y es posible que la sílice pueda funcionar fisiológicamente en reemplazo de la lignina (53). Sin embargo, algunas experimentaciones no revelan efecto de la sílice sobre la digestión de hemicelulosa y celulosa (30, 39)

## 3 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Localización

El material experimental se obtuvo de praderas naturales de la Estación Experimental Carimagua, la cual se encuentra localizada en el Departamento del Meta, Municipio de Puerto Gaitán, a una altura de 175 m s n m , temperatura promedio de 27<sup>o</sup>C, precipitación anual 1800 mm y humedad relativa promedio anual de 75% (20). Los análisis químicos y la determinación de digestibilidad se realizaron en el Laboratorio de Nutrición del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Tibaitatá, Sabana de Bogotá.

### 3.2 Forraje

Un total de 20 parcelas de guaratara y paja llanera de 3 x 10 mt se demarcaron al azar en praderas naturales compuestas exclusivamente por estas dos gramíneas. Las muestras para análisis se obtuvieron después de haber sometido las parcelas mencionadas a los sistemas de manejo quema y pastoreo.

El estudio consistió en determinar el valor nutritivo de las gramíneas guaratara y paja llanera en cinco estados de maduración, mediante recolección de cuatro muestras en sitios diferentes desde los 15 hasta los 55 días, cada diez días después de los tratamientos quema y pastoreo, esto con el fin de relacionar los efectos de estos dos tratamientos, comúnmente utilizados por los ganaderos del Llano, sobre el valor nutritivo del forraje.

El trabajo de campo coincidió con la época de "veranillo" - fines de Agosto a inicios de Octubre - período alternado de sol y de lluvia. En esta oportunidad los días de sol fueron más notorios.

### 3.3 Digestibilidad in vitro

La digestibilidad in vitro se realizó según el método de Tilley y Terry (47) modificado en su segunda fase de acuerdo a lo discutido por Goering y Van Soest (17). Esta modificación consiste en utilizar un detergente neutro después de la fase de fermentación microbiana, a cambio de la fase enzimática con pepsina ácida. De esta manera se obtuvo el coeficiente de digestibilidad verdadera de la materia seca en cada uno de los cinco estados de desarrollo de las plantas.

### 3.4 Proteína

Se determinó como porcentaje de proteína cruda por el método de Kjeldahl descrito por Harris (18), en cada uno de los cinco estados fisiológicos de las plantas. Como catalizador se utilizó óxido de mercurio rojo. Cada muestra fue sometida a las etapas de digestión, destilación y titulación en un lapso de 3 horas, con 4 repeticiones y un blanco por serie de 12 muestras.

### 3.5 Determinación de la pared celular, fibra en detergente ácido y sus constituyentes

Estos análisis se realizaron según las técnicas de Van Soest (18,

5A) La pared celular o FDN se obtuvo al someter 0.5 g de materia seca a la acción del detergente neutro por una hora en ebullición constante e inmediato filtrado con vacío. El contenido de fibra en detergente ácido o FDA se obtuvo al tratar 0.5 g de materia seca con detergente ácido. Este mismo residuo se utilizó para determinar los constituyentes de la pared celular. Hemicelulosa se obtuvo como la diferencia entre FDN-FDA, lignina por el método de permanganato, celulosa por incineración en mufla a 500°C y sílice con ácido bromhídrico. Las diferencias de peso en balanza analítica determinaron el porcentaje de cada constituyente.

### 3.6 Análisis estadístico

Los datos se procesaron usando el análisis de varianza descrito para un diseño jerárquico. Las variables analizadas fueron dos forrajes - guaratará y paja llanera - dos sistemas de manejo - quema y pastoreo - y cinco estados fisiológicos de las plantas - muestreo a los 15, 25, 35, 45 y 55 días de desarrollo después de la quema y del pastoreo. El número de muestras fue de cuatro. También se calcularon los coeficientes de correlación simple entre el estado de madurez y la DVMSIV, estado de madurez y constituyentes celulares, DVMSIV y constituyentes celulares, para cada forraje y tratamiento.

La digestibilidad verdadera de la materia seca, DVMSIV y los constituyentes celulares de la materia seca de los forrajes guaratara y paja llanera fueron analizados en este estudio. Cada pasto fue sometido a los tratamientos quema y pastoreo y evaluado en cinco estados de desarrollo.

#### 4.1 Digestibilidad

En general, los coeficientes de digestibilidad encontrados en este estudio, a través de los 56 días de experimentación, no presentaron diferencias estadísticas entre forrajes ni entre tratamientos. La edad sí afectó significativamente ( $P < 0.01$ ) la digestibilidad de los dos pastos bajo ambos sistemas de manejo. A medida que avanza el estado de desarrollo de las dos especies se reduce su digestibilidad de la materia seca (Tabla 1).

Los datos encontrados en este estudio coinciden con otros trabajos que relacionan la edad del forraje con la digestibilidad del mismo. Johnson y Pezo (22) hallaron con braquiaria reducción en la digestibilidad del 82 al 66% de los 14 a 56 días de desarrollo, con un descenso de 9.8 a 4.2% en los contenidos de proteína en idéntico período. Tilley y Terry (48) trabajando con ryegrass S-24 encontraron reducciones paulatinas de digestibilidad del 84 al 68% en el término de 45 días. En el presente estudio la reducción más drástica de la digestibilidad se observó en paja llanera sometida al proceso de quema (Tabla 2), con un promedio de disminución de 0.6 unidades por día. Esta gramínea a los 15 días

TABLA 1 Coeficiente de digestibilidad verdadera in vitro de guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo, a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977

Estado de madurez días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15	79 39	72 26	78 22	65 00
25	76 15	72 53	70 30	62 45
35	71 75	68 97	64 24	59 90
45	67 41	64 34	63 19	57 82
55	59 31	58 88	54 53	52 92

TABLA 2 Reducción diaria de la digestibilidad en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977

Estado de madurez días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15 - 25	0 32	0 00	0 80	0 24
25 - 35	0 44	0 36	0 61	0 26
35 - 45	0 44	0 46	0 11	0 21
45 - 55	0 81	0 55	0 87	0 50
Promedio	0 50	0 33	0 60	0 30

después de la quema presentó una DVMSIV de 78 22', a los 55 días se redujo a 54 54%,

La tabla 1 muestra que las digestibilidades más altas se presentaron después de la quema en ambos forrajes. En guaratara bajo quema se obtuvo 79 39% de digestibilidad a los 15 días y con paja llanera 78 22' en igual período. Guaratara y paja llanera presentaron 72 26 y 65 00% respectivamente, a los 15 días del pastoreo. A pesar de que la digestibilidad fue alta para el tratamiento de quema, la reducción en la misma fue más drástica que bajo pastoreo. En promedio guaratara y paja llanera decrecieron 0 5 y 0 6 unidades su digestibilidad diariamente, mientras que bajo pastoreo el descenso fue de 0 33 y 0 30 unidades respectivamente.

Los valores más altos de digestibilidad se notan en los primeros estados de desarrollo. Terry y Tilley (46) determinaron que en la planta tierna la lámina de la hoja, la vaina y el tallo son todos de digestibilidad mayor, pero conforme la planta madura la digestibilidad de la vaina y el tallo disminuyen más rápidamente que la hoja y simultáneamente aumentan las cantidades de vaina y tallo en la materia seca total. Alarcón (1) trabajando con especies de Desmodium obtuvo siempre mayor digestibilidad de las hojas que los tallos.

Guaratara es una gramínea que florece muy temprano, aproximadamente a los 30 días, y paja llanera presenta tallo y vaina leñosos luego de los 35 días de crecimiento.

La tabla 3 indica que las correlaciones entre estado de madurez y digestibilidad fueron negativas y altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para cada forraje y tratamiento, los coeficientes fueron  $-0.985$  y  $-0.974$  para paja llanera pastoreo y quema respectivamente, los coeficientes para guaratara fueron  $-0.954$  y  $-0.984$ . Parece que el efecto de maduración sobre la calidad de forraje es atribuible al constante ambiente cálido del trópico, medio en el cual crecen estos pastos. Deinum y Dirven (14) observaron en gramíneas una consistente disminución en la digestibilidad al aumentar la temperatura del medio. Esta depresión se debió a una mayor proporción de tallos en la planta por elongación del mismo con mayor contenido de fibra. En los Llanos Orientales los forrajes están sometidos a altas temperaturas y fuertes cambios de humedad. Se observa que al aumentar la edad disminuye la relación hoja tallo. Efectos similares fueron notados por Wilson y Ng (57).

Los forrajes incluidos en este estudio mostraron incremento en el contenido de pared celular a medida que avanza el estado de maduración (Tabla 4). Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre los diferentes estados de crecimiento estudiados. Johnson y Pezo (22) indican que los cambios encontrados en plantas que crecen en un clima tropical son debidos, entre otros aspectos, a una aceleración en el crecimiento y desarrollo de la planta, lo cual trae como consecuencia menor consumo por aumento de la pared celular. La correlación edad del pasto/pared celular, encontrada en este trabajo, fue positiva y altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para los dos forrajes, excepto paja llanera bajo pastoreo, en el cual la correlación fué significativa al nivel del 5%.

TABLA 3 Coeficientes de correlación entre la edad del forraje y la digestibilidad y con cada constituyente de la pared celular de los pastos guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo Carimagua, 1977

Variable	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	pastoreo
DVMS	- 0 984 <sup>**</sup>	- 0 954 *	- 0 979 <sup>**</sup>	- 0 986 <sup>**</sup>
C P C	0 960 <sup>**</sup>	0.963 <sup>+**</sup>	0 976 <sup>**</sup>	0 929 *
F D A	0 903 *	0 964 <sup>**</sup>	0 959 <sup>**</sup>	0 694
H C	0 647	0 689	0 771	0 871
C	- 0 963 <sup>**</sup>	0 212	0.288	- 0 320
L	0 965 <sup>**</sup>	0 958 <sup>**</sup>	0 985 <sup>**</sup>	0 882 *
S	0 850	0 881 *	0 908 *	0 848
P C	- 0 966 <sup>**</sup>	- 0 915 *	- 0 950 *	- 0 978 <sup>**</sup>

\* Significativo al nivel del 5%

\*\* Significativo al nivel del 1%

TABLA 4 Contenido de pared celular en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo, a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje con base a materia seca) Carimagua, 1977

Estado de madurez días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15	60 05	62 83	60 99	63 77
25	59 89	63 79	63 95	70 69
35	62 20	67 61	69 87	73 75
45	65 61	67 54	70 81	76 01
55	67 40	71 41	74 67	76 35

Paja llanera bajo quema mostró la asociación más alta con una correlación de 0.976.

Los incrementos en el contenido de lignina a medida que avanza el estado de madurez del pasto se muestran en la Tabla 5. El aumento fue significativo ( $P < 0.01$ ) entre las épocas analizadas. También se encontró una asociación positiva y significativa ( $P < 0.05$ ) para edad/contenido de lignina, con los dos pastos en cada tratamiento. Al analizar los resultados presentados en las tablas 1, 3 y 5 se puede ver que la acción de la lignina es más intensa en los casos en que aumenta el contenido de pared celular. En otras palabras, con similares grados de lignificación se presentan diferentes valores de digestibilidad dependientes del C P C. Esto coincide con trabajos de McLeod y Minson (29) y Van Soest (49).

Guaratara en pastoreo fue el forraje que no mostró asociación negativa significativa digestibilidad/lignina con un  $r = -0.831$ , mientras que en los demás forrajes esta asociación sí fue significativa ( $P < 0.05$ ).

El contenido de sílice se incrementó al crecer los pastos, observándose diferencias altamente significativas entre las edades estudiadas ( $P < 0.01$ ). También hubo diferencias entre forrajes ( $P < 0.05$ ), pero el sistema de manejo no tuvo influencia sobre los contenidos de sílice. La paja llanera presentó los mayores contenidos de sílice con rangos entre 4.4 y 7.9%.

Los resultados muestran que el aumento en el contenido de pared

TABLA 5 Contenido de lignina en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (porcentaje expresado con base a materia seca)  
Carimagua, 1977

Estado de madurez días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15	2 03	2 08	2 27	4 57
25	4 12	4 13	3 73	6 01
35	5 44	5 85	6 03	5 55
45	5 97	6 52	6 43	6 18
55	6 77	7 07	8 15	8 31

TABLA 6 Contenido de sílice en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (porcentaje expresado con base a materia seca)  
Carimagua, 1977

Estado de madurez días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15	3 47	4 15	5 15	4 40
25	4 55	3 66	7 00	6 70
35	5 72	4 66	5 77	7 05
45	6 25	4 85	7 60	7 17
55	5 60	5 77	7 90	<b>7.57</b>

celular deriva de un incremento de todos sus constituyentes, menos celulosa, así, vemos en las tablas 3 y 7 que a los 15 días guaratara en pastoreo tiene 62.83% de C P C con 27.12% de celulosa, a los 55 días estas cantidades son de 71.41% y 27.02%. Sobresalen los incrementos de lignina y sílice, la paja llanera después de quemada cambió en los contenidos de lignina y sílice de 2.27 y 5.15% en los primeros 15 días, a 8.15 y 7.9% a los 55 días de crecimiento. El contenido de hemicelulosa también aumentó con el tiempo ( $P < 0.01$ ) (Tabla 8). El contenido de celulosa varió desuniformemente con la edad, siendo esta variación significativa ( $P < 0.01$ ).

Para la paja llanera después de quemada se encontró una correlación negativa significativa entre digestibilidad y contenido de sílice ( $P < 0.05$ ). Puesto que entre forrajes no se observaron diferencias significativas con lignina, la menor digestibilidad de paja llanera respecto a guaratara parece estar asociada con la acción conjunta de la fracción química lignina-sílice. Estas dos fracciones en promedio representan el 9.7%, 10.0%, 12.7% y 12% de la materia seca de guaratara y paja llanera en pastoreo y quema, respectivamente. Sucede así una reducción automática de la digestibilidad en equivalentes proporciones.

El contenido de fibra en detergente ácido varió entre forrajes ( $P < 0.05$ ) y entre edades ( $P < 0.01$ ), pero el manejo no afectó significativamente su contenido en las dos gramíneas (Tabla 9). Los datos de fibra cruda obtenidos por el sistema de Weende con estos dos forrajes son muy inferiores a la fibra total o pared celular obtenidos por el método

TABLA 7 Contenido de celulosa en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca)  
Carimagua, 1977

Estado de madurez días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15	25 84	27 12	27 45	29 16
25	25 70	26 32	28 94	30 70
35	24 99	25 94	29 04	29.91
45	24 50	27 30	27 61	28 55
55	24 45	27 02	28 82	29 42

TABLA 8 Contenido de hemicelulosa en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca)  
Carimagua, 1977

Estado de madurez días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15	27 68	28 00	25 15	22 98
25	24 67	29 19	22 92	25 92
35	25 72	30 33	25 72	30 79
45	28 74	28 30	27 67	32 81
55	30 27	32 05	27.53	30 69

TABLA 9 Contenido de fibra en detergente ácido en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca) Carimagua, 1977

Estado de madurez Días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15	32 37	34 83	35 89	40 79
25	35 22	34 60	41 02	44 77
35	36 48	37 27	44 14	42 95
45	36 87	39 24	44 14	43 24
55	37 13	40 36	46 14	45 66

de Van Soest en este ensayo, lo cual confirma que de la fibra por el sistema de Weende se excluyen la mayor parte de la lignina y hemicelulosa. Esto demuestra la poca utilidad que presta el método Proximal para el análisis químico de forrajes fibrosos. Un análisis bromatológico de guaratara en floración produjo 31.7% de fibra cruda contra 67.5% de pared celular en guaratara pastoreo a los 45 días. Con paja llanera ocurrió lo mismo, se reporta un contenido de fibra cruda de 35.57% por el sistema de Weende, en contraste con 76.01% de pared celular a los 45 días de pastoreo (ICA, 21). Coinciden sí los sistemas de análisis de fibra de Weende y Van Soest en que guaratara contiene menos fibra que paja llanera.

Los contenidos de pared celular encontrados en guaratara y paja llanera (Tabla 4) concuerdan con los reportados en otros trabajos con gramíneas tropicales, siendo característica de estos el poseer mayor pared celular que los de clima templado. Combellas et al (9) encontraron rangos de 60.05 a 76.35%. Estos trabajos concluyen que la influencia de los componentes fibrosos sobre el valor nutritivo de los pastos es tan notoria que más de la mitad de la materia seca digerida proviene de la fibra total. En este trabajo no se observaron variaciones significativas en los contenidos de pared celular entre forrajes ni para sistemas de manejo. La variación sí fue significativa para el estado de maduración ( $P < 0.01$ ).

La tabla 10 incluye los resultados de proteína. No se observaron diferencias estadísticas sobre el contenido de proteína entre especies.

TABLA 10 Contenido de proteína cruda en guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado con base a materia seca)  
Carimagua, 1977

Estado de madurez días	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
15	12.92	9.20	15.67	12.40
25	13.15	10.05	10.80	9.60
35	9.81	8.25	8.56	7.27
45	7.94	7.13	6.31	5.67
55	6.44	5.72	5.72	4.87

ni por tratamientos, pero la edad influyó negativamente (P = 0.01). Aunque la proteína no es inhibidor físico o químico de la digestibilidad de la materia seca, si lo es biológicamente, ya que los requerimientos de nitrógeno son insuficientes cuando su contenido en el forraje es menor del 7% (Minson y Milfor, 30). Estos investigadores establecieron que el consumo declina rápidamente cuando la proteína del alimento baja del 7% a consecuencia de una reducción en la digestibilidad. Comparando los datos presentados en las tablas 1, 2 y 10 se observa que la digestibilidad de las gramíneas declina drásticamente cuando la proteína cruda comienza a descender del 7%. Estos resultados confirman que la digestibilidad es afectada no solamente por los niveles de lignina y sílice, sino también por los de proteína.

Cunha et al (13) encontraron descensos de proteína cruda en Trachypogon de 8.11% a los 15 días de crecimiento a 5.68% a los 50 días. Trachypogon pastoreado declinó de 12.4% a 4.87% en el término de 40 días. Con guaratara el Laboratorio de Nutrición del ICA (21) reporta datos similares a los encontrados aquí a los 55 días de desarrollo.

#### 4.2 Comparación entre guaratara y paja llanera, en relación con los componentes del valor nutritivo del forraje

Los resultados observados en este estudio sobre el comportamiento de guaratara y paja llanera en cinco estados fisiológicos y bajo los tratamientos quema y pastoreo, permiten hacer un análisis comparativo de estas dos gramíneas.

Los dos pastos presentaron diferencias significativas únicamente en sus contenidos de fibra y sílice ( $P < 0.05$ ), siendo estas dos fracciones menores en guaratara (Tablas 6 y 9). De acuerdo a lo discutido anteriormente, el mayor contenido de fibra y sílice en paja llanera ayuda a explicar su menor digestibilidad con respecto a guaratara (Tabla 1).

La mayor cantidad de fibra en detergente ácido en paja llanera no es resultado exclusivo del mayor contenido de sílice, otros constituyentes como celulosa y lignina tienden a ser superiores en esta gramínea (Tablas 5 y 7).

Los contenidos de pared celular y hemicelulosa no mostraron diferencias estadísticas entre forrajes. No obstante, el porcentaje de pared celular fue mayor en paja llanera (Tabla 4), mientras que el contenido de hemicelulosa presentó similitud entre forrajes (Tabla 8).

El porcentaje de proteína es inferior en paja llanera, aunque las diferencias no son significativas (Tabla 10). Es importante tener en cuenta que una de las causas de la menor digestibilidad en paja llanera respecto a guaratara puede derivar de su bajo contenido de proteína, especialmente después de los 35 días de desarrollo.

En base a las diferencias encontradas entre los dos forrajes, en algunos casos significativas estadísticamente, se puede concluir que guaratara es de mejor calidad nutritiva que paja llanera, al menos en relación a los componentes químicos incluidos en este estudio. Paja llanera siempre presentó alto y mayor C P C que guaratara. Esto repercute

sobre el consumo de aprovechamiento de nutrientes por parte del animal, ya que forrajes muy fibrosos y bajos en proteína reducen la eficiencia de utilización de los nutrientes a la vez que se reduce el consumo de alimento (Johnson y Pezo, 22, Raymond, 42, Manson y Milford, 31)

Analizando los tratamientos quema y pastoreo, solamente estos influyeron significativamente en el contenido de celulosa, siendo esta inferior luego de la quema ( $P < 0.01$ )

Se puede generalizar que la digestibilidad de cada forraje sometido a quema es superior a la obtenida después del pastoreo (Tabla 1). Los coeficientes de digestibilidad más altos coinciden con los menores valores de C P C , F D A , H , C , y L . El nivel de sílice no es muy afectado por el manejo, sin embargo, es ligeramente inferior en pastoreo. También el contenido de proteína es más alto después de la quema. Consecuentemente el forraje después de quemado presenta mejores cualidades nutricionales que después de pastoreado.

Estos resultados tienden a explicar lo encontrado con animales en trabajos de campo realizados en la Estación Experimental Carimagua, en los cuales se han comparado diferentes sistemas de quema y pastoreo de forrajes con tres capacidades de carga (7, 19, 20). Cuando el intervalo entre quemas pasa de los 6 meses los animales bajan su rendimiento en peso y además las fuertes pérdidas en peso durante el verano se reducen cuando se quema el pasto (19).

El rebrote de la planta después de quemada produce material verde

completamente nuevo y no presenta residuos fibrosos, tales como tallos viejos, del corte anterior como puede suceder con pastoreo Sin embargo cuando la pastura está tierna la producción de forraje es mínima, reduciéndose así considerablemente la capacidad de carga, aunque los niveles de proteína y digestibilidad son adecuados El forraje disponible, en materia seca, varía de 500 kg/Ha en el verano a 2500 o 3000 kg/Ha en el invierno, cuando se hace una quema anual, cuando se hacen varias quemas en secuencia varía de 150 a 200 kg/Ha de forraje seco para las parcelas quemadas y para el resto de pasto sin quemar es igual que en una sola quema al año (20)

Los datos de la Tabla 1 muestran que en cada forraje las digestibilidades quema-pastoreo tratan de igualarse luego de los 45 días de edad Entonces es importante notar que el tratamiento quema sobresale en las primeras etapas de desarrollo de la planta y posteriormente se comporta como pastoreo, es decir, decrece más bruscamente su valor nutritivo (Tabla 2)

La tabla 3 muestra el grado de asociación entre la edad del forraje con la digestibilidad y con cada constituyente celular El efecto de la edad fue significativamente negativo ( $P < 0.01$ ) para ambos forrajes, presentándose comportamiento similar también con los tratamientos

El contenido de hemicelulosa presentó una asociación positiva pero no significativa y muy parecida entre las gramíneas bajo ambos manejos Al contrario, el contenido de celulosa presentó un grado de asociación

irregular con la edad. Solamente se obtuvo correlación negativa ( $P < 0.01$ ) en guaratara bajo quema con ( $r = -0.963$ )

En la misma tabla 3 vemos que tanto guaratara en pastoreo como paja llanera en quema presentaron correlaciones positivas y significativas entre la edad y el contenido de sílice, para guaratara quemada y paja llanera en pastoreo la asociación fue alta, pero no significativa ( $r = 0.850$  y  $0.848$ ). La proteína es afectada significativamente por la edad de las gramíneas en cada tratamiento, los mayores efectos negativos se encontraron con guaratara bajo quema y paja llanera en pastoreo ( $P < 0.01$ ) con ( $r = -0.966$  y  $-0.978$ )

La tabla 11 muestra como CPC, FDA, L y S afectan la digestibilidad. Es importante anotar la relación negativa ( $P < 0.05$ ) entre la digestibilidad y contenido de sílice en paja llanera quemada únicamente, con ( $r = -0.914$ ). La correlación entre edad y contenido de lignina es negativa en todos los casos, pero con guaratara en pastoreo no es significativa ( $r = -0.831$ ), con los otros manejos si es significativa ( $P < 0.05$ ), sobresaliendo la relación de  $-0.990$  que corresponde a paja llanera bajo quema ( $P < 0.01$ ). El contenido de FDA observó significancia ( $p < 0.01$ ) con guaratara en pastoreo y con paja llanera después de quema ( $r = -0.971$  y  $-0.966$ ). CPC fue la fracción que mantuvo correlación negativa más alta y constante con la digestibilidad, ambos forrajes sometidos a quema mostraron significancia al 1% ( $r = -0.968$  y  $-0.975$ ) no hubo significancia únicamente con paja llanera pastoreo ( $r = -0.877$ )

Se puede notar que la digestibilidad del rebrote de la paja llanera

TABLA 11 Coeficiente de correlación entre la digestibilidad de guaratara y paja llanera después de la quema y del pastoreo y los constituyentes de la pared celular

Variable	Guaratara		Paja llanera	
	Quema	Pastoreo	Quema	Pastoreo
C P C	- 0 968 **	- 0 944 ***	- 0 975 ***	- 0 877
F D A	- 830	- 0 971 ***	- 0 966 ***	- 0 729
L	- 0 917 *	- 0 831	- 0 990 ***	- 0 932 *
S	- 0 752	- 0 765	- 0 914 *	- 0 811

\* Significativo al nivel del 5%

\*\*\* Significativo al nivel del 1%

Después de la quema fue la que presentó correlaciones negativas y significativas con todas las fracciones químicas comparadas (Tabla 11). En contraste, la digestibilidad de la paja llanera después del pastoreo se asocia negativa y significativamente ( $P < 0.05$ ) solo con la lignina. La digestibilidad de guaratara bajo quema se relaciona significativamente con pared celular y lignina, y la de guaratara en pastoreo con pared celular y fibra en detergente ácido.

De acuerdo con estos resultados, puede decirse que mediante mejores sistemas de manejo del forraje y selección de especies nativas puede mejorarse el valor nutritivo y la capacidad de carga de las praderas de pastos nativos, lo cual representa un incremento en la producción de carne y en la reproducción del ganado.

## 5 CONCLUSIONES

- 1 El pasto guaratara resultó ser de mejor valor nutritivo que paja llanera. El guaratara presentó siempre mayores coeficientes de digestibilidad, a los 15 días después de la quema la DVMSIV fue de 79.39% y de 59.31% a los 55 días de edad. Paja llanera con iguales tratamiento y época presentó 78.22% y 54.23% de digestibilidad.
- 2 El forraje recuperado después de la quema presentó mejor calidad que el recuperado después del pastoreo. El guaratara a los 35 días de la quema y del pastoreo presentó 71.75% y 68.97% de digestibilidad, respectivamente, con niveles de proteína de 9.81 y 8.25% en igual período. En idénticas condiciones paja llanera presentó 64.24 y 59.90% de DVMSIV, con 8.56 y 7.27% de proteína.
- 3 Las dos gramíneas presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en sus contenidos de FDA y S, siendo estas fracciones menores en guaratara. Los contenidos de CPC, C y L también tienden a ser inferiores en este pasto.
- 4 A medida que avanza el estado de desarrollo se reduce la DVMSIV. En promedio, paja llanera disminuyó 0.6 unidades por día y guaratara 0.5 unidades en forraje recuperado después de la quema.
- 5 Los constituyentes celulares variaron según la edad del forraje. Todos los componentes del CPC se incrementaron por efecto de la

maduración excepto C cuya variabilidad no es uniforme. El contenido de proteína se redujo significativamente ( $P < 0.01$ ) a medida que avanzaba el estado de madurez.

6. Se observaron correlaciones negativas entre la digestibilidad y CPC, FDA, L y S. El CPC fue la fracción que mantuvo constantemente una correlación negativa y altamente significativa con la digestibilidad en ambas gramíneas y bajo ambos tratamientos.
7. En general, el forraje proveniente de guaratara después de quemado presentó un mayor valor nutritivo. La calidad más baja del forraje se obtuvo en paja llanera y después del pastoreo. Por lo tanto, buscando mejor sistema de manejo y selección de especies se puede mejorar el valor nutritivo de las praderas de pastos nativos.

## 6 RESUMEN

El valor nutritivo de las gramíneas nativas de los Llanos Orientales, guaratara y paja llanera, se determinó en cinco estados de desarrollo y con forraje recuperado después de los tratamientos quema y pastoreo

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Carimagua, localizada en el Departamento del Meta, Municipio de Puerto Gaitán, a una altura de 175 m s n m y con una temperatura promedio de 27°C, precipitación anual 1800 mm y humedad relativa promedio anual de 75%, donde se demarcaron las praderas para obtener el forraje 10 praderas compuestas en su totalidad por paja llanera y guaratara se quemaron y otras 10 se pastorearon para obtener rebrote con el fin de estudiar su valor nutritivo cada 10 días, desde los 15 hasta los 55 días después del tratamiento

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Tibaitatá. La DVMSIV se determinó por la técnica de Goering y Van Soest (17), el contenido de proteína cruda por el método de Kjeldahl (18), los contenidos de CPC, FDA, H, C, L y S fueron analizados según las técnicas de Van Soest descritos por Harris (18)

El análisis estadístico se hizo de acuerdo a un diseño jerárquico, con las fuentes de variación pasto, método y edad. También se calcularon los coeficientes de correlación entre la edad del pasto y la DVMSIV y con

cada constituyente celular, y entre la DVMSIV con CPC, FDA, L y S

Los coeficientes de digestibilidad encontrados en este estudio no presentaron diferencias estadísticas entre forrajes ni entre tratamientos. La edad fue el factor que más afectó ( $P < 0.01$ ) la digestibilidad de los pastos bajo ambos sistemas de manejo. A medida que avanzaba el estado de desarrollo, se redujo la digestibilidad. Las más altas digestibilidades se presentaron después de la quema en ambos forrajes, guaratara presentó 76.1% de DVMSIV y paja llanera 70.30% a los 25 días. En igual período y en pastoreo presentaron 72.53 y 63.45%, respectivamente. La reducción diaria de la DVMSIV fue más drástica después del tratamiento quema, siendo más acentuada en paja llanera con 0.6 unidades por día. Las correlaciones entre estado de madurez y digestibilidad fueron negativas y altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para cada forraje y tratamiento.

Todos los constituyentes del CPC de ambos forrajes variaron según la edad del pasto ( $P < 0.01$ ) aumentando su contenido gradualmente por efecto de la maduración. La excepción la constituyó la celulosa cuya variabilidad no fue uniforme. El aumento en CPC se derivó de un incremento de todos sus constituyentes menos celulosa.

Los dos pastos presentaron diferencias significativas únicamente en sus contenidos de FDA y S siendo estas dos fracciones menores en guaratara que paja llanera, también los contenidos CPC, C y L tendieron a ser superiores en esta última gramínea, mientras que el contenido de H

fue similar en ambos forrajes. El porcentaje de proteína disminuyó con la edad y su contenido fue inferior en paja llanera, aunque no se presentaron diferencias significativas. Lo anterior indica que guaratara es de mejor calidad nutritiva que paja llanera, según los componentes del valor nutritivo estudiados en este trabajo.

Los tratamientos quema y pastoreo presentaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) solamente con el contenido de celulosa, siendo esta inferior luego de la quema. Sin embargo, fueron notoriamente mayores los contenidos de CPC, FDA, H y L bajo pastoreo que después de quema. El contenido de sílice presenta similitud entre tratamientos y proteína es más alta luego de la quema. Consecuentemente, el forraje después de quemado presenta mejores cualidades nutricionales que después de pastoreado.

El CPC fue la fracción que siempre mostró una correlación negativa y altamente significativa con la digestibilidad en las dos gramíneas. El efecto de FDA, L y S sobre la digestibilidad siempre fue alto y negativo, pero varió según el forraje y el tratamiento. Se puede concluir que en los pastos nativos estudiados el contenido de pared celular total es más importante como reductor de la digestibilidad que los constituyentes individuales de esta. Así mismo la edad influyó drásticamente en los cambios de digestibilidad, disminuyendo esta al aumentar la edad del forraje.

## ( SUMMARY

The nutritive value of two native grasses of the Colombia Llanos, guaratara and paga llanera, was determined in five stages of plant development and under burning and mowing conditions.

This experiment was conducted at the Carimarua Experimental Station, Meta Department, located at 175 meters of elevation with a mean temperature of 27°C, an annual rainfall of 1800 mm and a relative humidity of 75%. Ten plots of paga llanera and ten of guaratara were burned while other 10 of each grass were grazed. The purpose was to obtain herbage from two management systems to study its nutritive value. Samples of fresh forage were taken from plots treated with the two systems. The grasses were burned <sup>and</sup> systematically <sup>harvested</sup> every 10 days, starting from 15 days age up to 55 days.

The chemical analysis were made at the nutrition laboratory of the Tibaitata Experimental Station, situated in Bogotá. In vitro dry matter true digestibility (DMTDIV) was determined by a modified Tilley and Terry (1963), two stage in vitro rumen fermentation procedure described by Goering and Van Soest (17), crude protein was made by the method of Kjeldahl (18), analysis of CPC, TDA, H, C, L and S were made using the method described by Van Soest and outlined by Harris (18).

An Analysis of variance, for a Hierarchical design was performed on the data. Simple correlations coefficients were obtained for all the observed characteristics to know the degree of association between plant

maturity and DVMSIV and between the cell wall constituents and DVMSIV

The in vitro dry matter true digestibility of the two grasses was similar and not significant differences were observed between them. The management system did not affect significantly the digestibility either. Plant maturity, however, did change DVMSIV, the digestibility of the grasses decreased as the age of the plant increased from 15 days up to 55 days.

Higher coefficients of digestibility were found in the burning treatment than for mowing. Guaratara showed always superior DVMSIV, for example, guaratara and paja llanera at 25 days of regrowth had DVMSIV values of 72.53% and 63.45% respectively. The digestibility of both grasses decreased more rapidly after burning than after mowing, being this reduction more drastic in paja llanera (0.5 units per day). Negative and highly significant correlations of great magnitude were found between the stage of maturity of the grasses and digestibility for both management systems.

The cell wall constituents varied with plant maturity increasing from the 15 days and up to the 55 days after the harvest. Cellulose was the exception since it did not change greatly with maturity stage. The increase of CPC, therefore, can be attributed to all its constituents but cellulose.

FDA and silica values were different for the two species being this difference significant. Guaratara showed less FDA and silica percentages than paja llanera. CPC, CP and L were also lower in the former than in the latter. In contrast, both grasses showed similar contents of hemicellulose. Crude protein percentage decreased with the age of the plant being paja

llanera lower in protein content than guaratara

These results indicate that guaratara has better quality characteristics than paga llanera, at least for the components of the nutritive value included in this study

The treatments burning and mowing were only different for cellulose content in each grass. Cellulose percentages were lower for the burning system. In general, all cell wall constituents resulted more abundant in the herbage obtained after mowing. In contrast, crude protein contents was higher after burning the pastures. Consequently, the nutritive values of native grasses can be increased using the burning practice rather than grazing following, for example, a rotational system.

Negative and highly significant correlations were always obtained between digestibility and CPC. FDA, L and S also affected negatively the digestibility of both grasses being their effects not as <sup>considered</sup> constituents as CPC. It can be concluded that total cell wall content is more important in controlling the digestibility of native grasses than any single component of it. Also, variations in plant maturity reduce more severely the digestibility of the grasses than the management system.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 ALARCON M , E Variation in digestibility among and within  
Desmodium sp Tesis M S University of Cornell, 1971 91 p
- 2 \_\_\_\_\_ Estimación del valor nutritivo de los forrajes Temas  
de Orientación Agropecuaria 76 23-33 1972
- 3 \_\_\_\_\_, LOTERO, J y CHAVERRA, H Demostraciones sobre manejo  
y producción de pastos en fincas ganaderas Bogotá, Institu-  
to Colombiano Agropecuario 1972 pp 45-46 (Boletín téc-  
nico, no 10)
- 4 ALWASH, H H and THOMAS, P C Effect of the size of hay particles  
on digestion in the sheep Jour of Sci Food an The Agric  
25(2) 139 1974
- 5 BLYDENSTEIN, J Tropical savanna vegetation of the Llanos of  
Colombia Ecology 48 1-15 1967
- 6 BRAUNS, F E and BRAUNS, D H The linkage of lignin in the plant  
In The Chemistry of lignin New York, Academic Press 1960  
pp 629-660
- 7 CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL Informe Anual 1973  
Calí, 1974 pp 12-57

- 8 CHURCH, P C Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes  
Trad Salvador Chimen Paris Zaragoza, Acribia, 1970 V 1  
pp 119, 153, 162, 226, 238
- 9 COMBELLAS, J , GONZALEZ, E y PARRA, R Composición y valor nutritivo de forrajes producidos en el Trópico I Digestibilidad aparente y verdadera de las fracciones químicas,  
Agronomía Tropical 21 483-494 1971
- 10 CROSS, H H , SMITH, L.H and DE BARTH, J V Rates of in vitro forage fiber digestion as influenced by chemical treatments  
J An Sci 39 808 1974
- 11 CROWDER, I V. Tropical pastures and forage crops Florida, University of Florida, 1966 pp 1-11
- 12 CRUZ, J , PENUELA, J , GOMEZ, F y CEDEÑO, G Bases para el desarrollo de la ganadería bovina en Colombia Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1972 pp 11, 12, 112, 115, 126
- 13 CUNHA, E , CABELLO, P y CHICCO, C F Composición química y digestibilidad in vitro del Trachypogon sp Agronomía Tropical 21(3) 183 1971

- 14 DEINUM, B and DIRVEN, J G P Climate, nitrogen and grass 6  
Comparison of yield chemical composition of some temperate  
and tropical grass species grow at different temperatures  
Neth J Agric Sci 23(1) 69-82 1975
- 15 DONEFER, E , CRAMPTON, C W and LLOYD, L E Prediction of the  
nutritive value index of a forage from in vitro rumen fermenta-  
tion data J. An Sci 19 542-552 1960
- 16 GAVILANES, C Constituyentes de la pared celular y digestibilidad  
del pasto braquiaria (Brachiaria decumbens, Stapf) en dos es-  
tados de desarrollo Bogotá, UN-ICA, 1977 85 p (sin pu-  
blicar)
- 17 GOERING, H R and VAN SOEST, P J Forage fiber analysis (apparatus,  
reagents, procedures and some applications) Washington D.C.  
Agricultura Research Service, 1970 20 p (Agriculture  
Handbook, no 379)
- 18 HARRIS, L E Métodos para el análisis químico y la evaluación bio-  
lógica de alimentos para animales Trad por Juan Salazar,  
Gainesville, Florida, Center for Tropical Agriculture, 1970  
p v (mimeografiado)
- 19 INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO PROGRAMA NACIONAL DE GANADO DE  
CARNE Informe anual de Progreso 1974 Bogotá, 1975 pp 79-92.

- 20 INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO PROGRAMA NACIONAL DE PASTOS  
Y FORRAJES Informe Anual de Progreso 1974 Bogotá, 1975  
p 126
- 21 \_\_\_\_\_ Análisis químico en base seca de gramíneas y legumino-  
sas adaptadas a las condiciones de Colombia Bogotá, 1968,  
s p
- 22 JOHNSON, L V and PEZO, D Cell wall fraction and in vitro diges-  
tibility of peruvian feedstuffs J An Sci 41(1) 185  
1975
- 23 JONES, L H H and HANDRECK, J A Silica in soil plants and animals  
Advances in Agronomy 19 107-149 1967.
- 24 KIMBACHER, E J. Effect of relative humidity on the high tempera-  
ture resistance of winter oats Crop Sci 2 437-440 1962.
- 25 LAUDE, H H Plant response to high temperatures In Forage  
Plant physiology and soil range relationships Madison,  
Wisconsin, American Society of Agronomy, 1964 pp 15-31  
(Special publication, no 5)
- 26 LOPEZ, A Axonopus purpussi In Instituto Colombiano Agropecua-  
rio Gramíneas y leguminosas forrajeras en Colombia Bogotá,  
1970 pp 10, 12, 159, 161 (Manual de Asistencia Técnica,  
no 10)

- 27 AGUIRRE, V , J R Composición química y digestibilidad in vivo  
e in vitro del pasto manawa (Lolium perenne x L. multiflorum)  
en la Sabana de Bogotá Tesis M S Bogotá, UN-ICA, 1973  
96 p
- 28 McILORY, R I Tropical Grassland Husbandry London Oxford,  
University Press 1964 pp 24,27
29. McLEOD, and MINSON, D J Differences in carbohydrates fractions  
between Lolium perenne and two tropical grasses of similar  
dry-matter digestibility Agric Sci 82 449-454
- 30 MINSON, D.J Influence of lignin and silicon on a sumative system  
for assessing the organic matter digestibility of Panicum  
Aust Jour Agric Research 22 589-598 1971.
- 31 \_\_\_\_\_ and MILFORD, R Intake of tropical pastures species In  
International Grassland Congress, 9 th Sao Paulo, Brasil  
1965 Proceedings 1966 pp 815-822
- 32 \_\_\_\_\_, RAYMOND, W E. and HARRIS, C.C studies in the digesti-  
bility of herbage VIII The digestibility of S-37 Cockfoot,  
S-23 refegrass and S-24 refegrass J of the Brit Grassl.  
Soc 15 174-180 1960

- 33 MOORE, L A Symposium on forage utilization nutritive value of forage as affected by physical form Part I General principles involved with ruminants and effect of feeding Pelleted or wafered forage to dairy cattle J An Sci 23 230-238 1964
- 34 MOWAT, D N , KWAIN, M.L and WINCH, J E Lignification and in vitro cell wall digestibility of plants parts Cand J of Plant Sci 49 499-504. 1969
- 35 MURDOCK, J C The effect of length of silage on its voluntary intake by cattle J of the Brit Grassl Society 20 54-58 1965
- 36 OSBURN, D J , THOMPSON, O J and TERRY, R A The relationship between voluntary intake and digestibility of forage crops. Using sheep In International Grassland Congress, 10 th Finland 1966 Proceedings pp 363-367
- 37 PALADINES, O El manejo y la utilización de las praderas naturales en el trópico americano In Seminario sobre el potencial para la producción de ganado de carne en América Tropical Cali, Feb 16-21 1974 Trabajos Cali, CIAT 1976 pp 23-44 (Serie CS-10)

- 38 PARRA, R y VIVERO, A Instalación y manejo de praderas en el pie de Monte Llanero Bogotá, ICA 1974 pp 2-3  
(Boletín de divulgación, no 50)
- 39 PARRA, R, COMBELLAS, J y GONZALEZ, E Composición y valor nutritivo de forrajes producidos en el Trófico 2 Fracciones químicas que afectan la disponibilidad de los componentes fibrosos Agronomía Tropical 22 219-230 1972
- 40 RAMIA, M Las sabanas de Apure Caracas, Ministerio de agricultura y Cría, 1969 pp 20, 23, 35, 42, 101, 102
- 41 RATRAY, J M La cubierta herbácea de Africa Roma, FAO, 1960 pp 70, 80, 89 (Estudios agropecuarios, no 49)
- 42 RAYMOND, W F The nutritive value of herbage In Abrams, J T ed Recent advances in animal nutrition Boston, Little Brown 1966 pp 81-118
- 43 RUBIO, E y LOPEZ, A La explotación ganadera de los Llanos Orientales Agricultura Tropical 24 616-641 1968
- 44 SULLIVAN, J T Evaluation of forage crops by chemical analysis a critique Agron Jour 54 511-515 1962

- 45 SULLIVAN, J T Studies of the hemicelulose of forage plant  
J An Sci 25 83-86 1966
- 46 TERRY, R A and TILLEY, M A The digestibility of the leaves and  
stems of perennial ryegrass Cockfoot, timothy, tall,  
fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an in vitro  
procedura J Brit Grassl Soc 19 363-372 1964
- 47 TILLEY, J M A and TERRY, R A A two stage technique for the  
in vitro digestion of forage crops J Brit Grassl Soc  
18 104-111 1963
- 48 \_\_\_\_\_, DERIAZ, R E and TERRY, R A The in vitro measurements  
of herbage digestibility and assesment of nutrition value  
In International Grassland Congress 8th, Reading. 1960  
Proceedings Reading, 1960 pp 533-537
- 49 VAN SOEST, P J The univormity and nutritive availability of  
cellulose Federation Proceedings 32(7) 1804-1808 1973
- 50 \_\_\_\_\_ Structural and chemical characteristics wich limit  
the nutritive value of forages In Forage Economics Quality  
Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1966  
pp 63-76 (Special publication, no 13)

- 51 VAN SOEST, P J Development of a comprehensive system and methods  
of feed analysis and its applications to forage J An Sci  
26 119-128 1967
- 52 \_\_\_\_\_ Symposium on Nutrition and forage and pasture New  
Chemical procedures for evaluation forages J An Sci  
23 838 1964
- 53 \_\_\_\_\_ and JONES, L H P Effect of silica in forages upon  
digestibility J An Sci 51 1644-1648 1968
- 54 \_\_\_\_\_ and WINE, R H Use of detergents in the analysis of  
fibrous feeds IV Determination of plant cell-wall con-  
stituents, J Ass Off Anal Chem 50(1) 50-55 1967
- 55 WESTON, R H and HOGAN, P J The digestion of copped and ground  
roughages by sheeps Aust of Agric Res 18 769 1967
- 56 WILSON, J R Temperature and atmospheric humidity effects on cell  
wall content and dry matter digestibility of some tropical  
and temperate grasses New Zealand, J of Agric Research  
19(1) 41-46 1976
- 57 \_\_\_\_\_ and NG, P T Influence of eater stress on parameters  
Associated with herbage quality of Panicum maximum var  
Trichoglume Aust J Agric Res 26(1) 127-136 1976

58. WOODMAN, H E And STEWART, J The mechanisms of cellulosa digestion in the ruminant organism III The action of cellulosa Splitting bacteria on the fibre of certain typical feeding stuffs J Agric Sci 22 527-531 1932
- 59 YU, Y , THOMAS, I " and EMERY, R.S Estimated nutritive value of treated forages for ruminants J An Sci, 41 1741-1751 1975

A P P E N D I C E

Fig. 1. Contenido de digestibilidad y constituyentes celulares de Guaratará después de la quemada medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado en base seca) Carimagua, 1977

Estado de madurez Días	OVMSIV	CPC	FDA	H	C	L	S	°
15	78 70	58 70	30.86	27 84	25 04	1 78	3 5	12 80
	78 94	59 32	32 00	27.32	25 60	2 02	3 3	13 00
	79 14	60 82	32 66	28 16	25 84	2 16	3 5	13 00
	80 78	61 36	33 96	27 40	26 90	2 18	3 6	12 90
25	74 90	58 90	35 16	23 74	25 96	3 96	4 6	13 00
	75 06	59 84	34 40	25 44	25 00	4 04	4 8	13 00
	76 96	59 88	35 82	24 06	25 28	4 10	4 6	13 30
	77 68	60 96	35 30	25 46	25 58	4 38	4 2	13 30
35	70 00	61 82	36 20	25 62	24 32	5 14	5 9	9 90
	71 12	61 90	36 34	25 56	25 12	5 42	5 6	9 94
	73 12	62 32	36 66	25 66	25 18	5 60	5 6	9 70
	72 80	62 76	36 72	26 04	25 30	5 62	5 8	9 62
45	66 36	64 16	36 36	27 80	23 86	5 82	6 3	7 81
	66 88	65 24	36 64	28 60	24 36	5 98	6 2	7 90
	68 12	66 18	37 10	29 08	24 80	6 00	6 2	8 02
	68 30	66 88	37 40	29 48	24 98	6 08	6 3	8 06
55	57 94	66 22	36 10	30 12	23 50	6 48	5 8	6 30
	59 22	67 00	36 82	30 18	24 50	6 80	5 4	6 30
	60 00	67 66	37 64	30 02	24 80	6 88	5 5	6 56
	60 08	68 74	37 98	30 76	25 00	6 92	5 7	6 62

Estado de madurez y conservación de ulmas de Guatara después del pastoreo  
 regular que avanza al estado de madurez. (Porcentaje expresado en base seca) Carimagua,  
 1977

Estado de madurez días	DVMSIV	OPC	FDA	H	C	L	S	P
15	71 24	62 20	34 5	27 62	26 53	1 94	4 2	9 09
	72 08	62 88	34 70	28 04	26 90	1 98	4 2	9 22
	72 14	63,08	34 92	28 16	27 40	2 20	5 0	9 12
	73 60	63 18	35 14	28,18	27 63	2 22	4 2	9 40
25	71 28	63,48	34 36	29,10	25 92	4 26	3 8	9 92
	72 80	63 60	34,50	29 12	26 16	4 28	3 7	9 98
	73 00	63 92	34 70	29,22	26,26	4 34	3 7	10 10
	73 06	64 18	34 86	29 32	26 97	4 38	3 4	10 22
35	68 10	66 94	36 60	30 16	25 16	5 80	4 6	8 14
	69 98	67 32	36 68	30 20	25 70	5 86	4 5	8 09
	69 00	68 00	37,84	30 34	26 18	5 86	4,7	8 30
	69 80	68 18	37,98	30,64	26,72	5 90	4 8	8 50
45	63 32	67 08	38 84	28 24	26 80	6 42	4 8	7 08
	63 90	67,20	39 06	28 14	27 08	6 52	4 9	7 06
	64 70	67 86	39 16	28 71	27 40	6,56	4 7	7 18
	65 46	68,04	39,90	28 14	27 92	6 60	5 0	7 20
55	57 60	70 26	40 00	31 26	26 76	6 96	5 8	5 88
	58 94	71 50	40 14	32 14	27 00	7 00	5,7	5 82
	59 40	71 80	40 34	32,36	27 14	7 14	5 8	5 90
	59 58	72 10	40 96	32 46	27 20	7 20	5 8	5 98

TABLA 3. Coeficiente de digestibilidad y constituyentes celulares de Paja llanera después del pastoreo a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado en base seca)  
Carimagua, 1977

Estado de madurez días	DVMSIV	CPC	FA	H	C	L	S	P
15	63 54	62.74	39 84	22 82	28 76	4.30	4 4	12 30
	64 60	63 70	40 60	22.90	28 94	4 58	4 4	12 50
	65 76	63 86	40 76	23.10	29 16	4 62	4 2	12 50
	66 12	64 80	41.98	23.10	29 80	4 78	4 6	12 30
25	61 80	70 06	44 38	26 68	30 18	5 86	6.9	9 60
	62 22	70 70	44 66	25 92	30 60	5.94	6 8	9 60
	62.36	70.86	44.82	26.04	30.94	6 08	6 7	9 70
	63 44	71 16	45 24	26 04	31 08	6 16	6 6	9 50
35	58 44	72 86	42 70	30 16	29 18	5 46	7 0	7 20
	59 30	73 70	42 84	30.84	29 74	5 50	7 0	7 30
	60 70	73 84	43 00	30 86	30 08	5 54	7 1	7 30
	61 16	74 60	43.28	31 32	30 66	5 70	7 1	7 30
45	56 66	75 50	42 80	32 46	28 00	6 00	7 2	5 60
	57.74	75 88	42 88	32.90	28 50	6 18	7 0	5 70
	57 98	76 26	43 36	32.90	28 76	6 26	7 2	5 80
	58 92	76.40	43.94	33 00	28 96	6 30	7 3	5 60
55	51 86	75 70	44 86	30.40	28.96	6.30	7 3	5 60
	52 28	76.00	45 60	30.84	29 82	8 20	7.5	4 90
	53 70	76.80	45 78	31.02	29 00	8 38	7.7	4.90
	53.84	76 93	46 40	30 53	30 16	8.54	7.6	4 80

4 Coeficiente de digestibilidad y constituyentes celulares de Paja llanera después de la  
 quema a medida que avanza el estado de madurez (Porcentaje expresado en base seca)  
 Carimagua, 1977

Estado de madurez días	DVMSIV	CPC	FDA	H	C	L	S	P
15	77 10	60 02	35 00	25 02	26 60	2 02	5 3	15 80
	78 14	60 88	35 77	25 04	27 08	2 10	5 2	15 50
	78 52	61 16	36 12	25.24	27 16	2.48	5 1	15 70
	79 12	61 90	36 66	25 32	28 98	2 50	5 0	15 70
25	69 08	63.14	40.40	22 48	27 04	3 50	7 1	10 80
	69 80	63 36	40 88	22 74	28.70	3 70	7 2	11 00
	70 44	64.24	41 22	23 02	29 16	3 76	7 0	10 80
	71 90	65 06	41 60	23 46	30 88	3 96	6 7	10 60
35	63 14	69.18	43.16	25 43	28 24	5 84	6 8	8 63
	63 94	69 44	43 82	26 62	28 70	5 92	6 7	8 70
	64 00	70 33	44 50	26 83	29 18	6 16	6 9	8 51
	65 90	70 53	45 10	26 02	30.06	6 20	6 7	8 42
45	62 20	69 10	42 86	27 24	26 92	6 16	7 4	6 41
	62 84	70 66	43 70	27 52	27 08	6 44	7 8	6 33
	63 66	71 70	44.74	27 96	27.70	6.52	7 4	6 30
	64 06	71 78	45 26	27 96	28 76	6 60	7 8	6 23
55	52 80	71.66	45 12	26.54	27 70	7 90	8 1	5 87
	54 40	73 36	46 20	27 16	28 94	8 16	8 0	5 76
	55 18	74 72	46 60	28 12	29 26	8 24	8 0	5 68
	55 76	74 96	46 64	28 32	29 38	8 30	7 7	5 60