

CENTRO AGONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO.

ACEPTABILIDAD POR OVINOS DE LA BIOMASA COMESTIBLE, DE
PROCEDENCIAS, FAMILIAS E INDIVIDUOS DE Gliricidia Sepium
(Jacq.) Walp, GUAPILES, COSTA RICA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico
del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de
Investigación y Enseñanza, para optar al grado de:

Magister Scientiae

POR

CARLOS JOSE RUIZ FONSECA

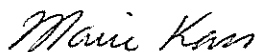
TURRIALBA, COSTA RICA

MARZO-1992

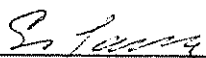
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

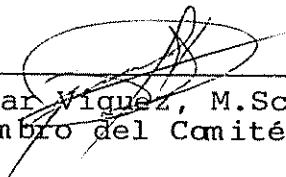
COMITE ASESOR:



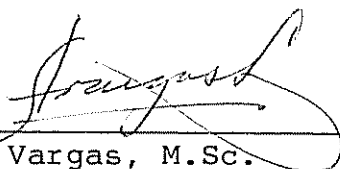
María Kass, Ph.D.
Profesor Consejero



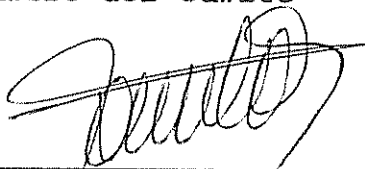
Romeo Solano, M.Sc.
Miembro del Comité



Edgar Viquez, M.Sc.
Miembro del Comité



Arturo Vargas, M.Sc.
Miembro del Comité



Ramón Lastra, Ph.D.
Coordinador Programa Posgrado



Carlos José Ruiz Fonseca
Candidato

DEDICATORIA

A Ivania, por su amor, cariño y comprensión.

A Ivania, Karla y Carlos, fuentes de inspiración y de superación en esta vida de esperanzas.

A mis padres Carlos y Maria Ines, por haberme dado el ser y la vida.

A mis hermanos

A la pequeña en geografía pero grande en mi ser, mi querida Nicaragua

AGRADECIMIENTO

- A Díos creador de todo lo existente en este globo conocido como tierra.
- A la Dra. Maria Kass, por su acertada guía y amistad.
- Al Dr. Pedro Oñoro, por su valioso apoyo desmedido sobre todo en la parte estadística.
- Al Dr. Germán Sánchez y a la Lic. Suyen González por haber puesto su confianza en mí, así como gestionar el financiamiento de mis estudios.
- A la Autoridad Sueca Para la Cooperación en la Investigación con los Países en Desarrollo (SAREC), por el financiamiento de los estudios realizados.
- Al comité técnico por sus valiosos aportes efectuados en el presente trabajo.
- Al personal de campo del proyecto AFN, en la Estación Experimental los Diamantes, por su apoyo desmedido.
- Al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del CATIE.
- Al personal docente del área de Ganadería Tropical, por sus enseñanzas.
- Al personal del Proyecto AFN, por su amistad y compañerismo.
- A mis compañeros de estudios, en especial a los del área de Ganadería Tropical.
- A la Estación Experimental los Diamantes, en especial a su Director Miguel Carrillo, por permitirme realizar la fase de campo.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron para que este trabajo tuviera feliz termino.

BIOGRAFIA

El autor nació el 20 de Enero de 1962 en Managua, Nicaragua.

En 1981 obtuvo el título de Bachiller en Ciencias y Letras en el Instituto Nacional Central Ramirez Goyena, Mangua, Nicaragua.

En 1986 recibió el grado de Ingeniero Agrónomo en el Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA), Hoy Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua.

En 1987 Comenzó a laborar como docente investigador en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Centroamericana,

En setiembre de 1989 ingresó al programa de posgrado del CATIE, recibiendo en Marzo de 1992, el grado de Magister Scientae con énfasis en Ganadería Tropical.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
BIOGRAFIA	v
INDICE GENERAL	vi
RESUMEN	viii
SUMMARY	x
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE ANEXOS	xvii
I.- INTRODUCCION.	1
II.- OBJETIVOS.	3
2.1.- General:	3
2.2.- Específicos:	3
III.- REVISION DE LITERATURA	4
3.1.- Descripción Botánica.	4
3.2.- Origen, Distribución y Usos.	4
3.3.- Producción de Biomasa y Materia seca.	7
3.4.- Calidad Nutritiva.	8
3.5.- Evaluación de Procedencias.	10
3.6.- Aceptabilidad y factores adversos a esta.	11
3.7.- Taninos	13
IV.- METODOLOGIA.	17
4.1.- Ensayo de Aceptabilidad	17
4.1.1.- Localización del Experimento.	17
4.1.2.- Manejo de los animales.	20
4.1.3.- Diseño Experimental	21
4.1.4.- Análisis Estadístico.	23
4.2.- Análisis de laboratorio	26
4.2.1.- % Materia Seca	26
4.2.2.- Porcentaje de Proteína Cruda	27
4.2.3.- DIVMS	27
4.2.4.- Pared Celular	27
4.2.5.- Taninos	29
V.- RESULTADOS y DISCUSION	30
5.1.- Aceptabilidad.	30

5.2.- Análisis de Laboratorio.	38
5.2.1.- Materia Seca (MS).	38
5.2.2.- Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIYMS)	43
5.2.3.- Proteínas (Cruda PC, PC Ligada en Fibra Detergente Acido PC-FDA).	45
5.2.4.-Componentes de la Pared Celular.	52
5.2.4.1.- FDN y FDA.	52
5.2.4.2.- Lignina y Celulosa	56
5.2.5.- Taninos	60
5.2.6.- Correlaciones entre la aceptabilidad DIYMS y los componentes químicos del material evaluado	67
VI.- CONCLUSIONES.	73
VII.- RECOMENDACIONES	75
VIII.- BIBLIOGRAFIA	76
IX.-ANEXOS	82

RESUMEN

Ruíz, F., C. 1991. Aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible de procedencias, familias e individuos de Gliricidia sepium (Jacq.)Walp, Guápiles, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Palabras claves: Gliricidia sepium, aceptabilidad, procedencias, familias, individuos, composición química, digestibilidad in vitro, taninos.

Gliricidia sepium (Jacq.) Walp, es una especie de la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoidae, tribu Robinieae. Originaria del sur de México, América Central y Panamá, con un rango latitudinal de 18°, el cual se extiende desde los 7°30' N en Panamá, hasta los 25°30'N en el noreste de México.

Es considerada una especie de uso múltiple, principalmente en cercas vivas, leña, medera, materia orgánica y forraje entre otros. Por poseer un alto valor nutritivo ocupa un lugar importante entre los forrajes de las áreas tropicales, sobre todo donde impera una estación seca definida, siendo usada como suplemento proteico de los pastos.

El presente trabajo tuvo como objetivos: determinar la aceptabilidad por ovinos del forraje de procedencias, familias dentro de procedencias e individuos dentro de familias de G. sepium, así como determinar la relación entre la composición química, DIVMS y taninos con la aceptabilidad.

El estudio se realizó en dos partes 1) Ensayos de aceptabilidad, en la Estación Experimental Los Diamantes del Ministerio de Agricultura de Costa Rica y 2) la determinación de la composición química, DIVMS y taninos en el materia ofrecido de G. sepium, realizado en el laboratorio de nutrición animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Para la evaluación del forraje de procedencias, familias dentro de procedencias e individuos dentro de familias de G. sepium se seleccionaron 16 familias promisorias en producción de biomasa, DIVMS y proteína cruda. El material se tomó del banco de procedencias del proyecto AFN del CATIE, establecido en 1987, en la Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles Costa Rica.

Para la realización de los análisis estadísticos se utilizaron diseños de bloque incompletos, con 4 repeticiones, 4 grupos (animales), 4 procedencias (Honduras, Guatemala, Alajuela y Cañas) y 16 familias, para la evaluación del forraje de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium y diseños completos al azar para la evaluación del forraje de individuos dentro de familias de la misma especie, así mismo se usaron bloques completos al azar para la evaluación de la composición química, DIVMS y Taninos del material ofrecido. En ambos casos (evaluaciones de campo y

laboratorio) se realizaron pruebas de rangos múltiples de Duncan.

Además se realizaron correlaciones entre la aceptabilidad por ovinos del forraje de G. sepium y la composición química, DIVMS y Taninos, con el objeto de determinar cual o cuales son los que presentan mayor relación positiva o negativa con la aceptabilidad.

Los análisis estadísticos realizados nos indican que existen diferencias significativas ($P < 0.05$), en la aceptabilidad del forraje de procedencias, familias e individuos de G. sepium, siendo la procedencia de Honduras la que tuvo los valores promedios más altos (902 g/Kg PV) y Cañas los más bajos (842 g/Kg PV), la procedencia de Guatemala se mantuvo en rangos intermedios entre las procedencias antes mencionadas. Las bajas aceptabilidades en las procedencias de Alajuela y Cañas pueden deberse a características genéticas y ambientales.

La composición química, DIVMS y taninos de los forrajes de G. sepium evaluados presentan diferencias significativas ($P < 0.05$), en mayor proporción a nivel de individuos dentro de familias, que de procedencias y familias dentro de procedencias.

Las correlaciones efectuadas nos indican que la DIVMS y PC inciden de forma positiva y no significativa sobre la aceptabilidad del material forrajero de G. sepium evaluado, en cambio la FDN, FDA y sobre todo los taninos solubles inciden de forma negativa y significativa. Notorio fue observar que las procedencias con mayor contenido de estos factores son los que presentaron las más bajas aceptabilidades.

Ruíz, F., C. 1992. Acceptability of the edible biomass of provenances, families and individuals of Gliricidia sepium (Jacq.) Walp, growing in Guapiles, Costa Rica. M. Sc. Thesis, Turrialba. Costa Rica. 101 p.

ACCEPTABILITY BY SHEEP OF EDIBLE BIOMASS OF PROVENANCES, FAMILIES AND INDIVIDUAL PLANTS OF Gliricidia sepium (Jacq.) Walp, GROWING IN GUAPILES, COSTA RICA.

Key words: Gliricidia sepium, acceptability, provenances, families, individuals, chemical composition, digestibility in vitro, tannins.

SUMMARY

Gliricidia sepium (Jacq.) Walp is a species belonging to the Leguminosae family, Papilionoidae subfamily, Robinieae group. It is originated in Southern Mexico, Central America and Panama with a latitudinal range of 18°, extending from 7°30' N in Panama to 25°30' N in Northern Mexico.

It is considered to be a multiple use species, used mainly as living fences, firewood, lumber, organic material and forages, among other things. Because of its high nutritional value it is an important tropical forage, mainly as a protein supplement to low quality pasture.

The objectives of this study were: to determine sheep's acceptability of G. sepium forage from provenances, families within provenances and individuals within families as well as to determine the relationship between chemical composition, IVDMD and tannin content with the acceptability.

The study was carried out in two parts: 1) Acceptability tests, in the Los Diamantes Experimental Station, Ministry of Agriculture and Livestock, Guapiles, and 2) determination of chemical composition, IVDMD and tannins in the animal nutrition laboratory of the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE) in Turrialba.

Sixteen promising families chosen by their biomass production, IVDMD and crude protein content were evaluated. Foliage material was acquired from the provenance bank of the AFN Project at CATIE, established in 1987 at the Los Diamantes Experimental Station, Guapiles, Costa Rica.

The following design was used for the statistical analysis: incomplete block with four repetitions, four groups (animals), four sites (Honduras, Guatemala, Alajuela (CR), and Cañas (CR)) and 16 families for the evaluation of provenances and families within provenances of Gliricidia sepium; a completely random design was used to evaluate individuals within families of the same species. Completely random blocks were also used to evaluate chemical composition, IVDMD and tannin contents of the material used. In both cases (field and laboratory tests), Duncan's multiple range test were used.

Correlations between sheep's acceptability of Gliricidia sepium forage and chemical composition, IVDMD and tannin contents were also carried out.

Statistical analyses showed that there is a significant difference ($P < 0.05$) in acceptability of provenance, families and individuals of Gliricidia sepium. The provenance from Honduras had the highest average value (902 g/Kg Bw), while the one from Cañas had the lowest ones (842 g/Kg Bw), with Guatemala provenance maintaining intermediate ranges. Low acceptability in the provenances from Alajuela and Cañas could be due to genetic and environmental characteristics.

Chemical composition, IVDMD and tannin contents of Gliricidia sepium forage showed significant difference ($P < 0.05$), in a greater proportion at the individuals within families level than at provenances or families within provenances levels.

Correlation coefficients indicated that IVDMD and CP contents influence positively, but not significantly, acceptability of Gliricidia sepium forage. However, the NDF and ADF and soluble tannins influence the acceptability negatively and significantly. Noteworthy is the fact that provenance with more of these factors are those which showed the lowest acceptability.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°	Título	Página
1	Características de familias de <u>G. sepium</u> utilizadas en el ensayo de aceptabilidad, Guapiles 1990.	19
2	Siglas, Procedencias y Familias dentro de procedencias evaluadas en prueba de aceptabilidad	22
3	Familias e individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> evaluados en ensayo de aceptabilidad.	23
4	Análisis de varianza para la aceptabilidad de biomasa comestible por ovinos de Procedencias y familias dentro de procedencias <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	31
5	Análisis de varianza para la aceptabilidad de biomasa comestible por ovinos de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	31
6	Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	32
7	Análisis de varianza para la materia seca de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	39
8	Análisis de varianza para la materia seca de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	39
9	Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la materia seca de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	41
10	Análisis de varianza para la DIVMS de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	44
11	Análisis de varianza para la DIVMS de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	45

Cuadro N°	Título	Página
12	Análisis de varianza para la proteína cruda y proteína ligada en FDA de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	49
13	Análisis de varianza para la proteína cruda y proteína ligada en FDA de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	50
14	Análisis de varianza para FDN y FDA de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	53
15	Análisis de varianza para FDN y FDA de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	54
16	Análisis de varianza para lignina y celulosa de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	57
17	Análisis de varianza para lignina y celulosa de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	58
18	Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la lignina de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	59
19	Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para celulosa de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	60
20	Análisis de varianza para Taninos solubles de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	63
21	Análisis de varianza para Taninos solubles en la biomasa comestible de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	63

Cuadro N°	Título	Página
22	Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para Taninos solubles en la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	64
23	Contenido de Taninos ligados encontrados en material forrajero de Familias e individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	65
24	Coefficientes de correlación entre la aceptabilidad del forraje y la composición química de las mismas de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	70
25	Coefficientes de correlación entre la aceptabilidad del forraje y la composición química del mismo de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº	Título	Página
1	Distribución natural de <u>Gliricidia sepium</u>	5
2	Aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u>	34
3	Aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible de individuos dentro de familias <u>G. sepium</u>	37
4	Porcentaje de materia seca de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u>	40
5	Porcentaje de materia seca de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u>	42
6	Porcentaje de DIVMS de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u>	46
7	Porcentaje de DIVMS de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u>	47
8	Porcentaje de proteína cruda y ligada en FDA en procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u>	50
9	Porcentaje de proteína cruda y ligada en FDA de individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u>	51
10	Componentes de la pared celular (%) de procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u>	54
11	Componentes de la pared celular (%) de individuos dentro de familia de <u>G. sepium</u> ,	55
12	Porcentaje de taninos solubles en procedencias y familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u>	65
13	Porcentaje de taninos solubles en individuos dentro de familias de <u>G. sepium</u>	66
14	Relación entre la aceptabilidad y los taninos solubles de familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> .	71
15	Relación entre la aceptabilidad y los taninos ligados de familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> .	71

FIGURA N°	Título	Página
16	Relación entre la aceptabilidad y FDN del forraje de familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> .	72
16	Relación entre la aceptabilidad y FDA en el forraje de familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> .	72

LISTA DE ANEXOS

Anexo N°	Título	Página
A1	Nombres comunes de <u>Gliricidia sepium</u> .	83
A2	Contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de diferentes fuentes de forrajes usadas para rumiantes menores en el CATIE.	84
A3	Datos de sitios de procedencias de familias de <u>G. sepium</u> .	85
A4	Tabla de toma de datos de forraje de <u>G. sepium</u> ofrecido y rechazado por ovinos, CATIE, 1991.	86
A5	Tablas de toma de peso de animales en ensayo de aceptabilidad, CATIE, 1991.	87
A6	Procedimiento para la cuantificación de Taninos solubles según método gravimétrico propuesto por Reed, et al, (1985) y Ligados en FDA.	88
A7	DIVMS de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	91
A8	PC de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	91
A9	FDN de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	92
A10	FDA de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	92
A11	PL de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	93
A12	Lignina de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	93
A13	Celulosa de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de familias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	94
A14	DIVMS de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	94

Anexo Nº	Título	Página
A15	PC de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	95
A16	FDN de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	95
A17	FDA de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	96
A18	PL de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	96
A19	Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la DIVMS de la biomasa comestible de familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	97
A20	Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la FDN de la biomasa comestible de familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	98
A21	Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la FDA de la biomasa comestible de familias dentro de procedencias de <u>G. sepium</u> , CATIE, 1991.	99

I.- INTRODUCCION.

En muchas partes de los trópicos y subtrópicos la deficiencia de proteína, es una de las limitantes nutricionales importantes de los pastos, incidiendo en la baja producción animal, sobre todo en regiones con períodos secos definidos.

En estas regiones los árboles y arbustos representan una valiosa fuente de alimentos forrajeros, y el interés por utilizar este potencial alimenticio, para algunas especies de animales, se ha incrementado recientemente, jugando un papel importante y a veces esencial, para sistemas tradicionales de alimentación animal.

La búsqueda de especies que reúnan condiciones forrajeras, debe enfocarse en la integración de diversos elementos como son: la adaptación ecológica y capacidad de regeneración, el potencial de producción, la calidad nutritiva y la aceptación de ese material por los animales.

G.sepium es un árbol de porte mediano (10-12m), perteneciente a la familia Leguminoseae. Esta especie presenta una amplia distribución ecológica y una multiplicidad de usos; posee además un alto valor nutritivo, lo que le permite ocupar un lugar importante dentro de los forrajes de alta calidad en las áreas tropicales. El forraje es usado como suplemento proteico, sobre todo cuando se mezcla con pastos, caña de azúcar, paja u otros alimentos fibrosos.

Pocos ensayos se han establecido en diferentes países, con el objetivo de evaluar el crecimiento inicial,

producción de biomasa (hojas, tallos tiernos y tallos leñosos), calidad de la biomasa comestible (hojas, tallos, tiernos y pecíolos), así como la valoración del contenido de proteína cruda y la digestibilidad in vitro de la materia seca, para diferentes procedencias de G. sepium.

La palatabilidad o aceptabilidad de G. sepium por algunos animales puede ser un problema para su uso como forrajera, sobre todo cuando los animales no están acostumbrados al consumo de la misma. La variabilidad en su aceptabilidad, puede deberse a variaciones genética entre las procedencias de diversas familias, debido a la presencia de factores anticualitativos, aún cuando su composición química es buena.

Así también, pocos son los ensayos de aceptabilidad por animales, que se han realizado hasta el momento con esta especie.

El presente trabajo se realizó, con el fin de evaluar la variación entre familias de G. sepium, seleccionadas por el proyecto APN del CATIE y así seleccionar aquellas con potencial en la alimentación animal; también se determinó cuales son los componentes de dicho material, que pudieran estar interfiriendo en el consumo de los mismos (como composición química, DIVMS y taninos), los cuales son aspectos importantes a considerar cuando se evalúa consumo y aceptabilidad de materiales forrajeros. Basados en lo anterior se planteron los siguientes objetivos, para la realización de este trabajo:

II.- OBJETIVOS.

2.1.- GENERAL:

- Evaluar la variación en aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible (hojas, pecíolos y tallos tiernos) a nivel de procedencias, familias dentro de procedencias e individuos de G. sepium.

2.2.- ESPECIFICOS:

- Determinar la aceptabilidad por ovinos del forraje de procedencias, familias, e individuos de G. sepium.
- Determinar la relación entre la composición química, DIVMS, taninos y la aceptabilidad del material ofrecido de G. sepium.

III.- REVISION DE LITERATURA

3.1.- DESCRIPCION BOTANICA.

G. sepium (Jacq.) Walp, es un árbol de porte mediano, que alcanza alturas entre 10 y 12 m y diámetros entre 30 y 50 cm (NAS, 1980; NFTA, 1989).

G. sepium pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, tribu Robinieae (Glover, 1986; Hughes, 1987; NFTA, 1989), con hojas de 7 a 17 hojuelas, ovadas, elípticas u oblongas, lanceoladas de 3 a 7 cm de largo, opuestas en el raquis, de color gris claro en el envés (Holdridge y Poveda, 1975). Flores en racimos de 2 a 2.5 cm de largo, con pétalos de variada tonalidad (rosados, poco púrpura o blancos). El fruto es una vaina o legumbre, aplanada de 10 a 15 cm de largo, 1 a 1.5 cm de ancho, con semillas de color café claro o pardas, de aproximadamente 1 cm de largo (Holdridge y Poveda, 1975; Michaelis & Vanegas, 1986; NFTA, 1989).

3.2.- ORIGEN, DISTRIBUCION Y USOS.

G. sepium es originaria de México y América Central (Figura 1), pero fue introducida a muchas áreas tropicales, cultivada y naturalizada en el norte de América del sur, el Caribe, Hawaii, Africa Occidental, sureste de Asia incluyendo Filipinas, Tailandia, Indonesia y Australia. Su dispersión esta dada por su fácil propagación (vegetativa y sexual), así como por su variado uso, dentro del cual figura

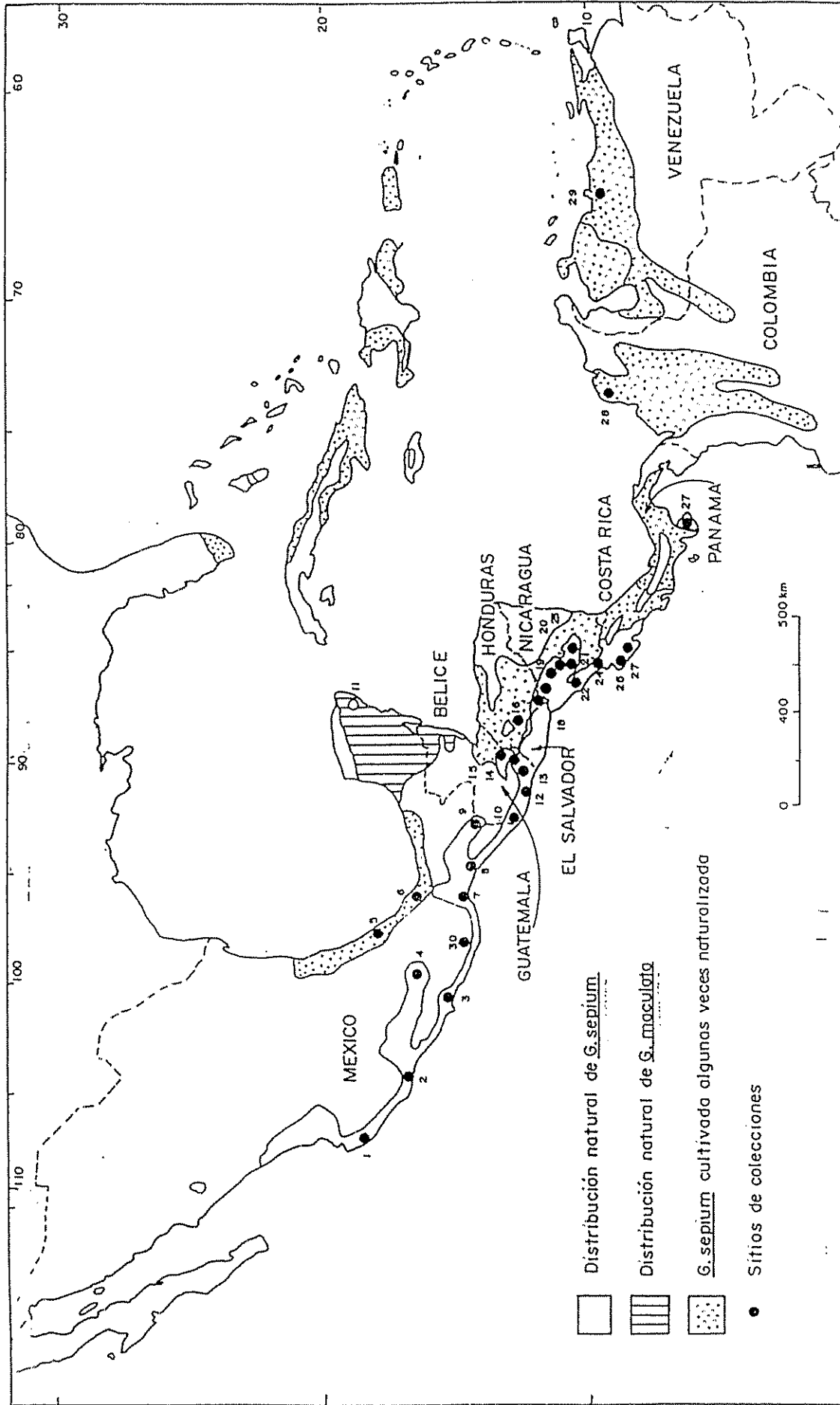


FIG 1 : DISTRIBUCION NATURAL DE *GLIRICIDIA SEPIUM* Y UBICACION DE LOS SITIOS DE LAS COLECCIONES DE SEMILLAS.

Fuente: HUGHES, 1969.

el uso como planta forrajera (Hughes, 1987; Glover, 1986; CATIE, 1986; Mendieta, 1989; Beliard, 1984; Baggio, 1982).

G. sepium presenta gran plasticidad a condiciones edáficas y climáticas (temperatura y precipitación), por lo que se puede encontrar en suelos de baja, media y alta fertilidad, en zonas altas como bajas, con precipitación desde los 800 a los 4000 mm y temperaturas desde los 22°C a 30°C (González, 1972; Camacho, 1981; Falvey, 1982, CATIE, 1986). Hughes (1987) y Michaelis & Vanegas (1986) señalan que en América Central y México crece bien en elevaciones de 0 a 1500 msnm, aunque su abundancia no está claramente definida, indicando que esta especie es nativa de climas con zonas secas marcadas, donde ocupa los sitios de sucesiones tempranas e intermedias, tales como dunas de playas costeras, bancos de ríos, planicies de incubación y otras áreas perturbadas, siendo el rango latitudinal de la especie de 18°, el cual se extiende desde los 7° 30'N en Panamá, hasta los 25° 30'N en el noreste de México.

G. sepium es considerada una especie de uso múltiple, principalmente en cercas vivas, leña, madera, materia orgánica y forraje entre otros (Baggio, 1982; Beliard, 1984; Chadhokar, 1982). Su popularidad se debe no solamente al carácter de múltiples propósitos, sino también a su habilidad para ser incorporada de varias formas en los sistemas locales del uso y manejo de la tierra, además de su fácil propagación, establecimiento y manejo (Sánchez y

Payne, 1987). Sus diferentes nombres comunes estan dados por el uso que esta tenga. En el Anexo 1 se presenta una lista de nombres comunes de la especie, adaptada de Mendieta(1989).

El uso de G. sepium como forrajera ha sido estudiada en diferentes partes del mundo, sobre todo donde impera una estación seca, permitiendo suplementar el déficit de proteína de los pastos (Beliard, 1984).

3.3.- PRODUCCION DE BIOMASA Y MATERIA SECA.

La producción de biomasa de G. sepium varía entre uno y otro autor dependiendo de su uso e intervalo de poda. Chadhokar (1982) señala que plantaciones de G. sepium, sembradas por estacas y con distanciamiento de 45 cm entre planta, producen cerca de 21.5 ton de hojas verde/ha/año.

Beliard (1984) estudiando intervalos de poda encontró que la producción de biomasa total aumentaba, en los intervalos más largo, pero la proporción de forraje o biomasa comestible decaía, al igual que los contenidos de proteína cruda y la digestibilidad in vitro de la materia seca. Resultados similares han sido reportados por Chadhokar (1982) y Solano (1982).

Espinoza (1984) indica que producciones de biomasa total de G. sepium, fueron mayores en edades de rebrotes de cinco meses que las de tres meses, pero las producciones de

biomasa potencialmente forrajeras fueron mayores a los tres meses.

3.4.- CALIDAD NUTRITIVA.

Existe una gran variabilidad en el valor nutritivo de las especies arboreas usadas para la alimentación animal; estas variaciones pueden estar en función de la digestibilidad, la composición química y la presencia de factores antinutritivos en el material a ofrecer a los animales. Estas pueden deberse también al genotipo o a los efectos del medio ambiente, tales como: condiciones edáficas, edad de las plantas y clima, en las cuales están creciendo (Ivory, 1990).

Resultados de análisis de la composición química de G. sepium indican que hojas maduras contienen un mayor porcentaje de materia seca , pero los contenidos de proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca son menores (Beliard, 1984).

La NFTA (1989), ha reportado rangos de 48 a 77% para la DIVMS de G. sepium; trabajos efectuados por CATIE (1986), Wiersum et al (1987), Atta-Krah y Sumberg (1987), Kass y Rodriguez (1987) y Vargas et al (1987), confirman los porcentajes de DIVMS entre estos rangos. Esta amplitud permite la selección de materiales superiores, aunque la relación de esta variable con el consumo es baja y no

contribuye mucho en la selección de especies arbóreas para tales fines (Borel, 1990).

Espinoza (1984) al estudiar el contenido de nitrógeno en G. sepium encontró que la concentración de este nutriente varia con la edad de los rebrotes y posiciones en la rama. Así mismo, el nitrógeno soluble fue mayormente no protéico y el insoluble en detergente ácido fue de 17% del nitrógeno total, siendo este de baja disponibilidad a los microorganismos del rumen. Los valores de degradabilidad potencial en el rumen resultaron ser altos para la materia seca y proteína cruda, pero el tiempo medio de fermentación fue alcanzado en seis horas, por lo que la utilización del nitrógeno proveniente de G. sepium depende del suministro de una fuente de energía con similares características de degradación.

Oakes y Skor (1962) encontraron valores de 17.4 % de proteína cruda para G. sepium, en la región de las Islas Virgenes; valores similares fueron encontrados por Alfaro (1991) en Nicaragua. En cambio CATIE (1986), Atta-Krah et al (1987), Kass y Rodriguez (1987) y Wiersum et al (1987) han reportado valores entre 20 y 27% de proteína cruda.

Así mismo los valores reportados para fibras detergente neutro y ácida son muy variables entre uno y otro autor encontrándose estos valores entre 27 a 50% y de 18 a 34%, respectivamente (NFTA, 1989, Vargas et al, 1987, Alfaro,

1991). Así mismo Alfaro (1991), reporta porcentajes de lignina y celulosa de 7.7% y 17.9%, respectivamente.

Beliard (1984), señala que existen diferencias en el porcentaje de materia seca entre hojas maduras, jóvenes y tallos tiernos de G. sepium (25-26%, 21-23% y 14-21% respectivamente). Alfaro (1991), estudiando el valor nutritivo de algunas especies leguminosas arbóreas en zonas secas de Nicaragua encontró valores de 17% de materia seca. CATIE (1986), reporta porcentajes de hasta 31.4% de MS para hojas.

Benavides (1983) al comparar el contenido de materia seca y el porcentaje de proteína cruda de diferentes forrajes, señala que ambos valores fueron mayores en fuentes arbustivas, destacando a G. sepium por su alto valor en ambos componentes.

3.5.- EVALUACION DE PROCEDENCIAS.

Mendieta (1989) evaluó 12 procedencias y 117 familias de G. sepium en el huerto Latinoamericano de especies arbóreas, en Guápiles, Costa Rica y encontró que el porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca fue similar entre procedencias, señalando además que la identificación de material superior puede realizarse utilizando información sobre producción de biomasa y contenido de nitrógeno en la misma. Procedencias de Cañas, Guanacaste (C.R.) obtuvieron los valores más altos en nitrógeno (42.9 g/Kg) y digestibilidad in vitro de la

materia seca (68 %). La familia procedente de Vado Hondo (Guatemala), obtuvo valores intermedios de DIVMS (64.2 %), mientras que las procedencias de la Garita, Alajuela (C.R.), presentaron los valores promedios más altos en producción de biomasa (404 Kg/ha).

Camacho (1991) evaluando las mismas procedencias observó gran variación genética entre procedencias y familias entre procedencias, indicando que esta variación puede permitir la identificación de individuos superiores en cuanto a crecimiento y producción de biomasa. Señala también como promisorias las procedencias de Cañas, La Garita, Vado Hondo y las de Masaguara. Así mismo indica que las procedencias con mayor variabilidad entre familias para las características producción de biomasa comestible, leñosa y total fueron las de Vado Hondo y Masaguara. Las procedencias con mayor rendimiento corresponden a latitudes bajas, alta precipitación y con menos meses secos.

3.6.- ACEPTABILIDAD .

El consumo y aceptabilidad del forraje de especies arbóreas puede ser un problema; así mismo consumo de una misma especie puede ser muy variable en condiciones aparentemente similares. G. sepium se incluye dentro de estos casos, pero la aceptabilidad se incrementa cuando está se mezcla con pastos, paja u otros materiales fibrosos.

El ensilaje hecho con G. sepium es también más palatable que el forraje fresco, aunque al inicio el consumo

por los animales puede ser bajo, salvo que se le provea de cierto período de acostumbramiento (Borel, 1990, NFTA, 1989).

De la Fuente (1990) encontró que la adición de melaza favorece la conservación del ensilaje de madero negro (G. sepium). Este aditivo también permitió incrementar el porcentaje de materia seca, digestibilidad in vitro y ácido láctico en la masa ensilada. Por otro lado, el contenido de nitrógeno amoniacal y el pH en la masa ensilada disminuyó con la adición de melaza. La adición de ácido fórmico produce ensilajes con valores cercanos al material original y el marchitamiento mejora la calidad del ensilado con y sin adición de melaza. Con 8 % de adición de melaza en el ensilaje de G. sepium, el consumo y la aceptabilidad por cabras fue satisfactorio, aunque la procedencia del material tuvo efecto sobre la aceptabilidad del mismo.

Rodríguez et al (1987), encontraron que la producción de leche y ganancia de peso en cabras, fueron mayores cuando se les suministró poró (E. poppigiana) como fuente de forraje, que cuando se utilizó madero negro (G. sepium). La diferencia entre ambas fuentes se debió al bajo consumo del madero negro durante el experimento, señalando además que las hojas jóvenes de este forraje pudieron acumular sustancias tóxicas, lo que redujo su palatabilidad. Estos mismos autores recomiendan la realización de otros estudios, donde se consideren la edad de las hojas, la estación y los genótipos de G. sepium, para determinar factores químicos que esten influenciando su palatabilidad.

3.7. TANINOS.

Los altos niveles de compuestos fenólicos (Taninos), en muchas especies arbóreas pueden tener efectos sobre la palatabilidad o aceptabilidad de las mismas, como el caso de Cassia spp. y G. sepium (Ivory, 1989). Además Devendra (1990) menciona que ciertos compuestos afectan el uso de algunas especies arbóreas para la alimentación animal, como por ejemplo los cianoglucosidos, el ácido fluoruroacético, y los taninos en las especies de Acacia, en hojas de algunas musaceas y en G. sepium, ácidos cianogénicos en hojas de yuca (Manihot spp.) y mimosina en Leucaena leucocephala.

Los taninos se consideran polímeros fenólicos complejos que contienen grupos hidroxílicos y en algunos casos carboxílicos. El término tanino se emplea para identificar aquellos compuestos fenólicos con peso molecular entre 500 y 3000, que presentan la propiedad de precipitar proteínas e inhibir algunas enzimas (Dominguez, 1973; Jones et al, 1976 y Pichard, et al, 1989).

Los taninos pueden presentar ciertas características como son: 1) propiedades antimicrobiales, que pueden afectar la tasa de fermentación ruminal; 2) sabor amargo astringente, que afecta la palatabilidad y 3) de unirse a carbohidratos y otros polímeros no protéicos, tornando indisponible estos para las bacterias del rúmen (Bate-Smith, 1973).

Los taninos se clasifican convencionalmente en dos grupos estructurales: 1) hidrosolubles y 2) condensables. En

las plantas, sobre todo las leguminosas, predominan los del segundo grupo; entre estos están las leucantocianinas, (Flavon 3-4 diol), o proantocianidinas (Flavon 3-OL) (Van Soest y Robertson, 1985; Haslam, 1978; Barry y Reid, 1984).

Los taninos hidrosolubles, son ésteres de azúcares y ácidos fenólicos o de sus derivados, que pueden ser hidrolizados fácilmente en medio alcalino o ligeramente ácido. Dicha hidrolización puede ocurrir en forma espontánea durante su extracción y purificación en el laboratorio, además pueden ser hidrolizados en medios enzimáticos, produciendo algunos residuos azucarados como el ácido fenilcarboxílico. También pueden polimerizarse con taninos condensados y formar flavonoides poliméricos, Pero estos tienen efectos menos determinantes en la digestión de las proteínas, ya que el tanino puede hidrolizarse bajo la acción de ácidos gástricos y liberar la proteína (Van Soest, 1985; Arguello 1981).

Los taninos condensados son mezclas de productos de condensación de moléculas tipo flavan en dímeros, trímeros o polímeros, clasificándose en dos tipos: Proantocianidinas y leucantocianidinas. Las proantocianidinas son producto de la condensación de flavan 3-Oles (catequinas) y las leucantocianidinas son complejos del flavan 3,4-OL (Arguello, 1981).

Debido a su complejidad y a la facilidad de formar complejos con las proteínas el estudio de los taninos condensados ha sido menor que el de los hidrolizables, apesar de ser económicamente más importantes que los

hidrolizables (Arguello, 1981). Las propiedades químicas de los taninos condensados son descritas por sus efectos sobre el consumo voluntario y digestibilidad. Concentraciones altas (>40 g/Kg) de taninos en las plantas restringen el consumo voluntario y la digestibilidad de la fibra, en cambio concentraciones bajas (20-40 g/Kg) parecen ser beneficiosas (Barry, 1988).

Las concentraciones de taninos condensados aumentan cuando las plantas se encuentran bajo algún tipo de estrés ambiental, debido a que estos fueron desarrollados como mecanismos de defensa contra el ataque de bacterias y hongos y posteriormente de insectos y herbívoros (Barry, 1988).

Algunas propiedades biológicas conocidas de los taninos están dadas por su capacidad de formar enlaces con proteínas y otras moléculas. La astringencia, usualmente relacionada con taninos, se debe muy posiblemente a la coagulación de glucoproteínas de la saliva y del epitelio de la boca (Barry y Reid, 1984), Mole y Waterman (1987) indican que los taninos presentes en los tejidos vegetales al ser liberados por medio de la masticación, pueden formar complejos con la mucoproteína presente en la saliva, disminuyendo la facilidad de tragar el alimento, por falta de lubricación bucal.

Varios son los métodos empleados para cuantificar y caracterizar los taninos presentes en determinados materiales, pero cada uno responde a las exigencias y al interés por determinado tipo de tanino. Van Soest y

Robertson(1985) hacen una clasificación de los métodos basándose en las propiedades físico-químicas de los analitos: 1) precipitación de taninos con proteína; 2) formación de productos coloreados; 3) oxidación de taninos; y 4) mediciones con rayos ultravioletas. Los métodos más comunes usados para tal fin son: la prueba de Folin-Denis o prueba del ácido fosfomolibdico; el método de N-butanol en medio ácido; el método de Vanilina en medio ácido y el método gravimétrico con Iterbio. Este último se basa en la precipitación de fenoles relacionados con taninos debido a la afinidad que tienen con los denominados elementos de "tierras raras", en condiciones de pH neutro o alcalino (Van Soest y Robertson, 1985, Reed et al, 1985).

IV.- METODOLOGIA.

El presente trabajo se dividió en dos partes I) ensayos de aceptabilidad en la Estación Experimental Los Diamantes , Guápiles, Costa Rica y II) evaluación de la composición química y digestibilidad in vitro de la materia seca en el laboratorio de nutrición animal del CATIE.

4.1.- ENSAYO DE ACEPTABILIDAD

4.1.1.- LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO.

Los ensayos de aceptabilidad por ovinos se realizaron en la Estación Experimental "Los Diamantes" del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Costa Rica, situado en Guápiles, Cantón de Pococí, Provincia de Limón; con las siguientes características climáticas: altitud de 250 msnm; precipitación de 4532 mm; temperatura de 25°C; humedad relativa de 87%; evaporación total anual de 1314 mm. El ecosistema se clasifica como Bosque Trópical Lluvioso (Mendieta, 1989; Roig, 1989; Camacho, 1991).

El material de G.sepium utilizado se tomo del banco de procedencias, establecido en septiembre de 1987, por el Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno (AFN) del CATIE, en conjunto con el MAG, Costa Rica, en la Estación Experimental "Los Diamantes". Al momento de la evaluación el banco poseía 12 procedencias, 177 familias y 6048 individuos, provenientes de Centroamérica, México y Panamá.

Anteriormente el banco fue objeto de investigaciones, para la determinación de la producción de biomasa, contenido de nitrógeno y digestibilidad in vitro de la materia seca de las procedencias y familias existentes (Jon LLap, 1989, Mendieta, 1989 y Camacho, 1991).

El presente trabajo se inició con la evaluación de la aceptabilidad de procedencias que presentaban los valores más altos para las tres variables antes mencionadas. Este material contaba con una poda anterior de 10 meses y la descripción de las familias se encuentran el Cuadro 1 y Anexo 3.

Basados en el resultado obtenido en el primer ensayo, se estableció un segundo ensayo utilizando individuos de cuatro familias clasificadas como: baja (1 familia), intermedia (2 familias) y alta (1 familia) aceptabilidad. El material utilizado no provino como el anterior del banco de procedencias, sino de un vivero establecido seis meses antes, en la misma Estación Experimental.

Cuadro 1. Características de familias de G.sepium utilizadas en el ensayo de aceptabilidad.

Procedencia	familia	Btotal ^a	Bcom. ^b	DIVMS(%)	PC% ^c
HONDURAS					
	^d 25-84-01	9.89	4.24	61.34	24.63
Masaguara	25-84-04	9.91	4.10	64.35	23.50
Intibuca	25-84-05	10.51	3.98	64.77	24.31
	25-84-06	12.72	5.51	67.44	24.31
	25-84-09	10.15	4.04	61.87	24.88
	25-84-16	10.34	4.44	62.57	24.06
GUATEMALA					
	16-84-02	11.72	3.82	59.75	25.19
Vado Hondo,	16-84-03	10.25	3.22	62.23	26.81
Chiquimula	16-84-06	9.89	3.55	60.99	23.81
	16-84-09	9.78	3.61	64.14	24.88
	16-84-13	11.13	3.60	60.29	25.19
COSTA RICA					
Cañas	00-82-01	11.28	4.23	63.39	27.63
Guanacaste	00-82-10	11.98	4.40	62.01	26.00
La Garita	00-84-01	11.78	5.02	63.81	26.31
Alajuela	00-84-03	11.42	4.58	61.60	25.75
	00-84-09	11.84	4.78	63.92	29.00

Simbología a = Biomasa total.

b = Biomasa comestible

c = Porcentaje de Proteína Cruda.

d = Los dos primeros números significan la procedencia, los dos intermedios el año de recolección y los dos últimos la familia.

Fuente: Mendieta, 1989.

4.1.2.- MANEJO DE LOS ANIMALES.

Se utilizarón 16 ovinos de la raza tabasco, los que fueron escogidos del hato ovino de la Estación Experimental Los Diamantes. Los animales se dividieron en cuatro grupos según peso, edad y sexo, manteniendolos confinados durante todo el experimento, con agua potable y sal mineralizada a voluntad.

Al iniciar el experimento los animales tuvieron un período de acostumbramiento de 15 días con material comestible no selecto de G. sepium; durante esta también se determinó el tiempo de exposición de los animales al forraje. Además este periodo sirvió para realizar una selección exhaustiva de los animales que participarían en la evaluación de procedencias y familias. Estas se evaluarón en periodos de cinco días, para cada una de las repeticiones correspondientes (Anexo 4). Los ovinos recibieron el forraje picado de G. sepium por la mañana por dos horas, correspondiendo la dieta ofertada al 10% del peso vivo del animal; posteriormente cada animal recibió pasto elefante enano c.v. Mott (Pennisetum purpureum) a libre voluntad .

Cada 21 días se realizaron pesaje de los animales y desparasitaciones cada mes (Anexo 6).

4.1.3.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la determinación de aceptabilidad de las familias de G. sepium, se empleo un diseño de bloques incompletos con cuatro repeticiones, cuatro grupos de animales y cuatro procedencias, con un total de 16 familias dentro de procedencias como tratamientos, como se describe a continuación:

	REPT I	REPT II	REPT III	REPT IV
1	A B C D	F G H E	K L I J	P M N O
2	E F G H	J K L I	O P M N	D A B C
3	I J K L	N O P M	C D A B	H E F G
4	M N O P	B C D A	G H E F	L I J K

Las letras mayúsculas representarán las familias o tratamientos a emplear y para cada uno de ellos se utilizó un animal, el cual se numeró y permaneció confinado durante el experimento (Cuadro 2).

Los números significan las agrupaciones realizadas, con el propósito de que cada familia pasara por individuos con características similares entre si (edad, peso y sexo). Cada réplica consistió en la toma de datos de 5 días consecutivos del mismo material y con el mismo individuo.

Cuadro 2. Siglas, Procedencias y Familias evaluadas en prueba de aceptabilidad

Sigla	Procedencia	Familia
A	Guatemala	16-84-02
B	Alajuela	00-84-03
C	Honduras	25-84-01
D	Honduras	25-84-06
E	Guatemala	16-84-06
F	Alajuela	00-84-01
G	Guatemala	16-84-13
H	Honduras	25-84-05
I	Alajuela	00-84-09
J	Honduras	25-84-09
K	Guatemala	16-84-09
L	Honduras	25-84-16
M	Cañas	00-82-01
N	Honduras	25-84-04
O	Guatemala	16-84-03
P	Cañas	00-82-10

El segundo diseño empleado para determinar la aceptabilidad del forraje de individuos de las cuatro familias de G. sepium evaluadas primeramente, fue un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con tres réplicas, Cuatro familias y 16 individuos dentro de familias como tratamientos (Cuadro 3); el número de días de toma de datos fue de tres, debido a la menor disponibilidad de forraje por individuo.

Cuadro 3. Familias e individuos de G. sepium evaluados en ensayo de aceptabilidad.

Familia	Individuo
16-84-02	1180
16-84-02	1193
16-84-02	1248
16-84-02	1555
16-84-13	736
16-84-13	1105
16-84-13	1402
16-84-13	1771
16-84-09	576
16-84-09	729
16-84-09	867
16-84-09	1238
00-82-04	24
00-82-04	958
00-82-04	1571
00-82-04	1976

4.1.4.- ANALISIS ESTADISTICO.

Para el análisis de aceptabilidad de procedencias y familias se utilizó el siguiente modelo aditivo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + W_j + B_k + P_{kl} + E_{ijkl}$$

Donde: Y_{ijkl} es la aceptabilidad por ovinos de las familias dentro de procedencias de G. sepium

μ es la media general

T_i es el efecto debido a la i -ésima réplica.

W_j es el efecto del j-ésimo grupo
 β_k es el efecto debido al k-ésima procedencia
 P_{kl} es el efecto de la l-ésima familia (tratamiento)
 de la k-ésima procedencia.
 E_{ijkl} es el error asumido en el experimento

Para el análisis de individuos dentro de familias se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + W_i + T_j + \beta_{jk} + E_{ijk}$$

Donde: Y_{ijk} es la aceptabilidad por ovinos de los individuos dentro de familias de G.sepium por los animales en cada Réplica.

μ es la media general
 W_i es el efecto debido a la i-ésima réplica.
 T_j es el efecto debido a la j-ésima familia.
 β_{jk} es el efecto debido al k-ésimo individuo de la j-ésima familia.
 E_{ijk} es el error asumido en el experimento

Las tablas de análisis de varianza para cada modelo fueron los siguientes:

Procedencia y Familia.

FV	GL
Repetición	3
Grupo	3
Procedencia	3
Familia(dentro de procedencia)	12
Error	42
Total	63

Familia e Individuos.

FV	GL
Repetición	2
Familia	3
Individuo(dentro de familia)	12
Error	30
Total	47

Para la determinación de las procedencias, familias e individuos con mayor aceptabilidad se realizaron pruebas de rangos múltiples de medias, según Duncan(Stell an Torry, 1989).

Para el análisis de los resultados bromatológicos se usaron también dos Bloques Completos al Azar (BCA), 1) para la evaluación de la calidad nutritiva de procedencias y familias de G. sepium, con cuatro réplicas, cuatro procedencias y 16 familias dentro de procedencias, diferenciándose este del de aceptabilidad por no contar con agrupaciones con animales y 2) para la evaluación de individuos dentro de familias con tres réplicas y 16 individuos dentro de familias. En ambos casos(1 y 2) se realizaron análisis individuales para cada una de las variables en estudio.

Los elementos analizados se consideraron como variables de la calidad nutritiva.

Posteriormente se realizaron correlaciones entre cada una de las variables de calidad nutritiva con la aceptabilidad en ambos ensayos

4.2.- ANALISIS DE LABORATORIO

4.2.1. Porcentaje de Materia Seca(%MS) a 100°C, según descripción de Kass y Rodriguez (1990). Para la determinación de la misma se utilizó la siguiente expresión matemática.

$$\%MS = \frac{pms + C(gr)}{pmf(gr)} \times 100$$

Donde

pms es el peso de la muestra seca en gramos.

C es el peso del crisol en gramos

pmf es el peso fresco de la muestra en gramos.

4.2.2. Porcentaje de Proteína Cruda (%PC).

Esta se realizó según método de Goering y Van Soest (1970), para ello se utilizó la siguiente expresión matemática.

$$\%PC = (\text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ gastado por muestra} - \text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ gastado por blanco}) * \text{factor.}$$

Donde el factor se determinó por la siguiente expresión.

$$\text{Factor} = \frac{\text{Normalidad del ácido usado} * 0.014 * 6.25}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

4.2.3. Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS).

Esta se realizó según el método de Tilley y Terry modificado por Kass y Rodriguez (1986). Los cálculos se realizaron mediante la siguiente expresión matemática:

$$\text{DIVMS\%} = \frac{\text{gMS inicial} - (\text{gMS residual} - \text{gMS blanco})}{\text{gMs inicial}} * 100$$

4.2.4. Determinación de la Pared Celular.

Esta se realizó según el sistema de Van Soest o de Detergentes (Goering y Van Soest, 1970).

a. Porcentaje de Fibra Detergente Neutro (%FDN) o Pared Celular.

Se determinó según la siguiente expresión:

$$\%FDN = \frac{(\text{peso crisol(g)} + \text{CPC(g)}) - \text{peso crisol(g)}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

CPC = Constituyentes de la pared celular

b. Porcentaje de Fibra Detergente Acido (%FDA).

Según la siguiente expresión:

$$\%FDA = \frac{(\text{peso crisol} + \text{muestra(g)}) - \text{peso crisol}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

c. Porcentaje de Proteína Ligada a FDA.

Una vez determinada la fibra detergente ácida se tomó muestras de 0.1 gr y se determinó el contenido de proteína cruda en esa fracción. Estos datos sirvieron para determinar la cantidad de proteína cruda ligada en FDA del contenido total en cada una de las muestras. La expresión matemática utilizada fue la misma empleada para proteína cruda.

$$\%PC = (\text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ gastado por muestra} - \text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ gastado por blanco}) * \text{factor.}$$

Donde el factor se determinó por la siguiente expresión.

$$\text{Factor} = \frac{\text{Normalidad del ácido usado} * 0.014 * 6.25}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

d. Porcentaje de Lignina (%Lig.).

Evaluada según la siguiente expresión:

$$\%Lig = \frac{(\text{crisol} + \text{PDAg}) - (\text{crisol} + \text{residuo} - \text{KMnO}_4)}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

PDA = peso detergente ácido en gramos.

e. Porcentaje de Celulosa (%Cel).

$$\%Cel = \frac{(\text{crisol} + \text{residuo KMnO}_4) - (\text{crisol} + \text{cenizas g})}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

4.2.5. Taninos.

Para la determinación de taninos se utilizó el método Gravimétrico por precipitación con Iterbio propuesto por Reed et al (1985).

V.- RESULTADOS Y DISCUSION

5.1.- ACEPTABILIDAD.

Según el análisis de varianza, existen diferencias significativas ($P < 0.05$), entre las repeticiones, procedencias, familias dentro de procedencias e individuos dentro de familias en la aceptabilidad del material comestible ofrecido de G. sepium (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Análisis de varianza para la aceptabilidad de biomasa comestible por ovinos de Procedencias y familias dentro de procedencias G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	CM	PR>F
REP.	3	0.033	0.0441 *
GRUPO	3	0.269	0.0001 *
PROC.	3	0.036	0.0326 *
FAM(PROC)	12	0.012	0.0385 *
ERROR	42	0.011	
TOTAL	63		

* Difieren significativamente.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la aceptabilidad de biomasa comestible por ovinos de individuos dentro de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	CM	PR>F
REP.	2	24728	0.0157 *
IND(FAM)	12	35922	0.0001 *
ERROR	30	5170	
TOTAL	47	CV=10	

* Difieren significativamente.

La procedencia de Honduras presentó los valores más altos en aceptabilidad, seguida de la de Guatemala; esta, última presentó valores intermedios entre la primera en mención y las procedencias de Cañas y Alajuela (Figura 2).

En el caso de las familias la prueba de rangos múltiples de Duncan permitió agruparlas en tres categorías, según la aceptabilidad, como se describe a continuación: 1) Alta, con aceptabilidades mayores de 875 g de materia seca/Kg de Peso Vivo, conformada por todas las familias procedentes de Honduras, dos de Guatemala y una de Alajuela; 2) Intermedia, con aceptabilidades entre 846-874 g de MS/Kg de PV, conformado por dos familias de Guatemala, una de Alajuela y una de Cañas (Cuadro 6); y 3) Baja, con aceptabilidades menor que 845 g de MS/Kg de PV, conformada por una familia de Guatemala, una de Alajuela y una de Cañas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

Procedencia	Familia	Grupo	Promedios±STD
Honduras	25-84-16	1	959(±19) ¹ a
Honduras	25-84-05	1	917(±45) a
Guatemala	16-84-13	1	908(±64) a
Honduras	25-84-04	1	907(±67) a
Honduras	25-84-01	1	898(±72) a
Guatemala	16-84-06	1	894(±104) a
Honduras	25-84-09	1	889(±69) a
Alajuela	00-84-03	1	878(±43) a
Honduras	25-84-06	1	875(±71) a
Cañas	00-82-01	2	868(±71) ab
Guatemala	16-84-09	2	865(±22) ab
Guatemala	16-84-03	2	852(±94) ab
Alajuela	00-84-09	2	846(±85) ab
Guatemala	16-84-02	3	836(±40) b
Cañas	00-82-10	3	815(±82) b
Alajuela	00-84-01	3	802(±46) b

1: Valores entre parentesis son Desviaciones Standar.

2: Letras iguales no difieren significativamente.

Las familias procedentes de Guatemala presentaron mayor heterogeneidad en aceptabilidad, ya que se encuentran en las tres agrupaciones antes mencionadas. En cambio, las familias procedentes de Alajuela y Cañas (Costa Rica) presentaron rangos intermedios de aceptabilidad y las Hondureñas una mayor uniformidad, por encontrarse dentro de una misma agrupación (Cuadro 6).

Al momento de preparar el forraje para los ensayos, se logró apreciar que existían diferencias anatómicas y morfológicas de las hojas dentro de las familias evaluadas; así mismo, se pudo observar que los follajes con mayor tamaño, folíolos más grandes y textura más gruesa, tenían un rechazo mayor. Factores como estos son señalados por Rosenthal (1986), como parte de la evolución de las plantas superiores, las cuales presentan cambios en sus estructuras externas, acompañadas en algunos casos de la formación de compuestos químicos secundarios (fenólicos) del metabolismo primario, los cuales ayudan en la defensa al ataque de insectos y herbívoros.

Variaciones en el tamaño de las hojas y de los folíolos han sido también observadas en Filipinas por Bumatay et al (1987), cuando realizaba estudios con colecciones de germoplasma de G. sepium.

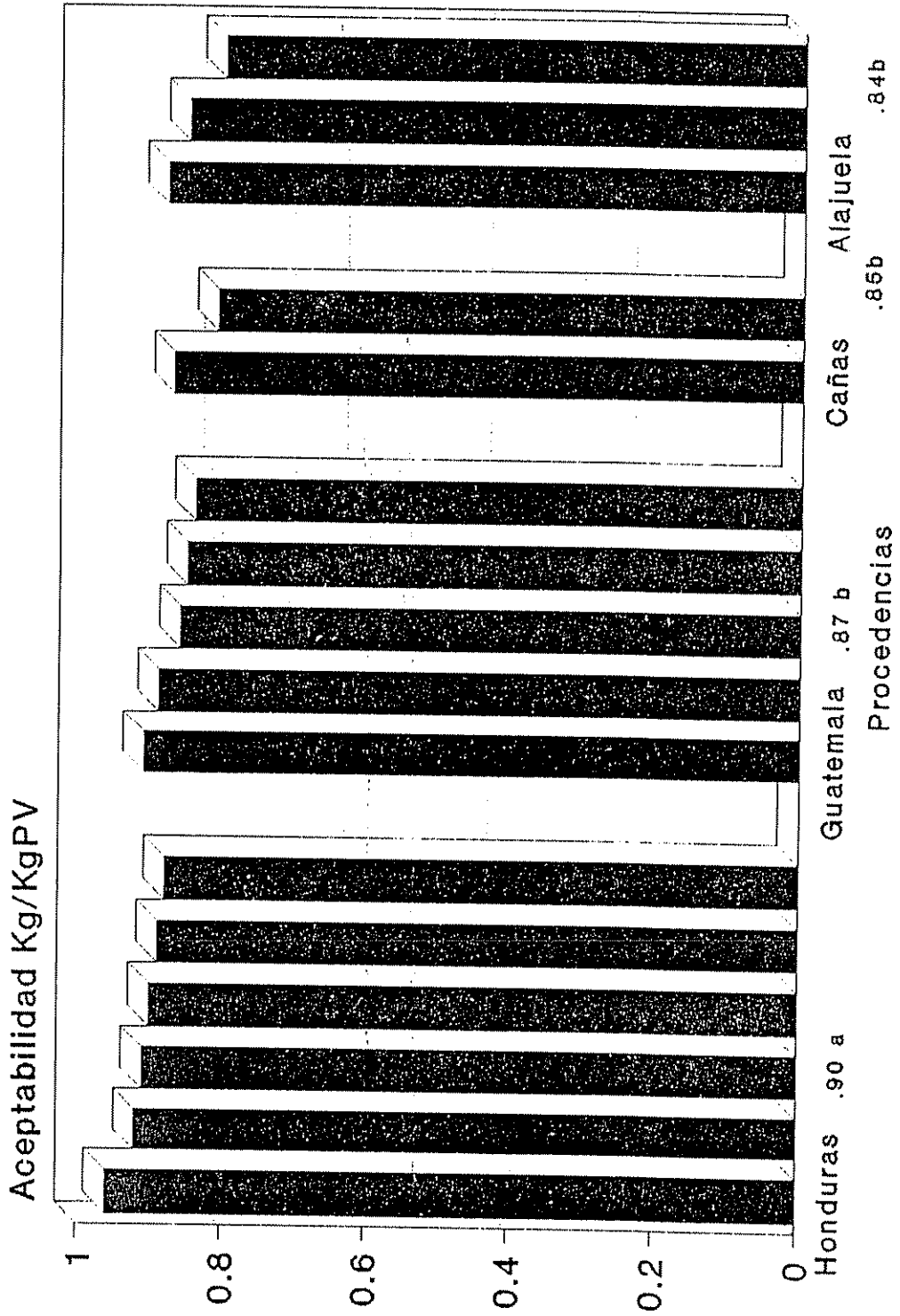
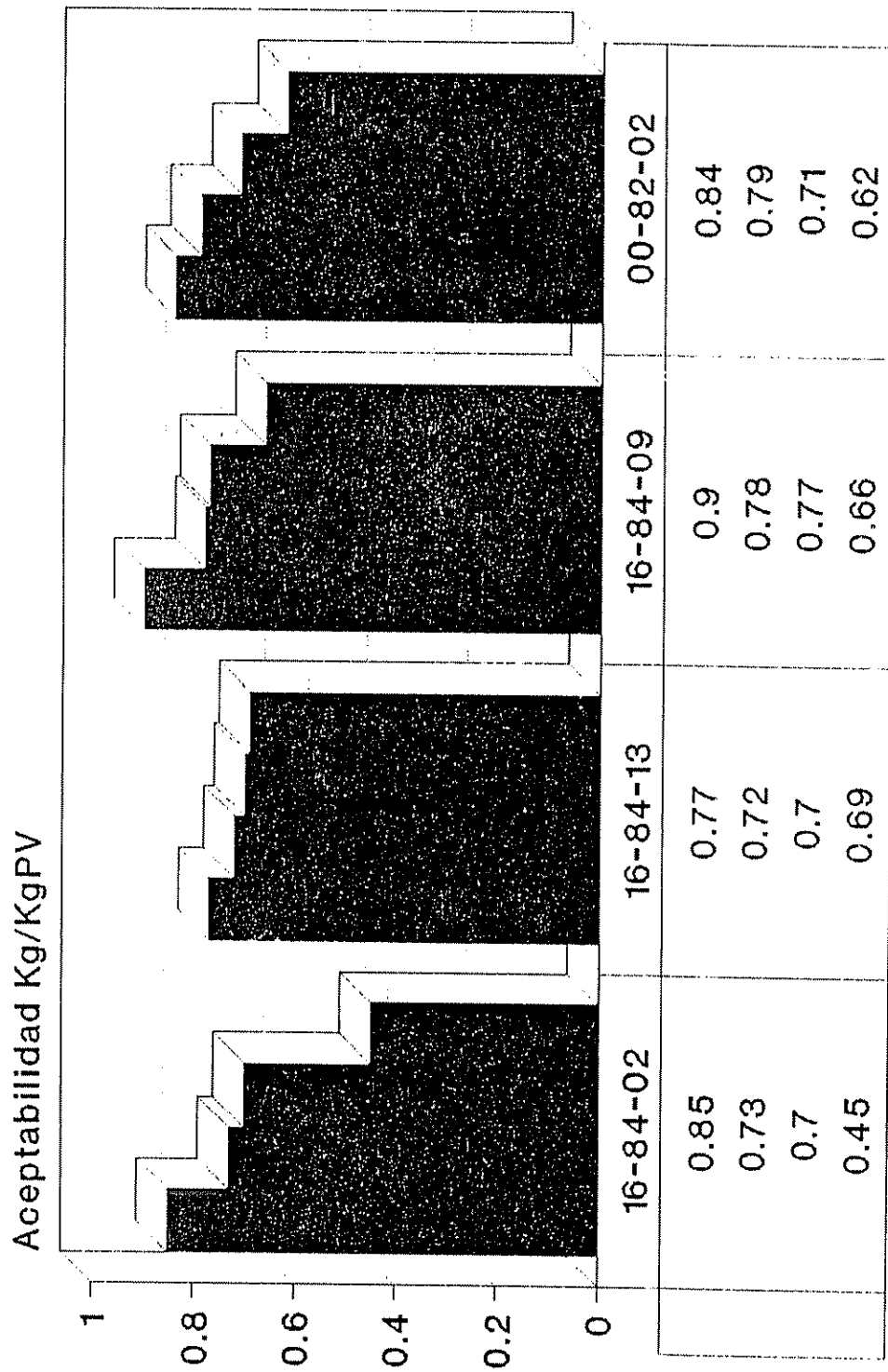


Fig. 2 Aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible de *G. sepium* procedencias y familias dentro de procedencias de *G. sepium*

La variación entre procedencias podría estar influenciada por caracteres genéticos, los cuales por segregación y recombinación suelen manifestar características variables dentro de una misma procedencia y por ende, dentro de las mismas familias; esto considerando como procedencias al conjunto de plantas con origen geográfico común, donde el cruzamiento es realizado de forma libre, Es así que se asume que una familia sea el conjunto de individuos con ancestro común, del cual el otro ancestro podría tener rasgos genéticos diferentes y estos rasgos son los que al manifestarse produzcan la variación entre procedencias y familias. Para la determinación de esos factores genéticos es necesario realizar evaluaciones similares en diferentes localidades con el fin de que los aspectos fenotipo y medio ambiente sean excluidos.

En el caso de los individuos dentro de familias se encontró que existen diferencias significativas ($P < 0.05$), entre individuos dentro de familias (Figura 3); en ella se puede apreciar que por lo menos un individuo difiere del resto dentro de una misma familia. Si las familias tienen un ancestro común, la manifestación de los caracteres estarán también influenciados por un segundo ancestro y posiblemente a esto se deba la diferencia entre individuos. Entonces la selección del material comestible de G. sepium deberá realizarse a través de individuos y la selección por familias debe utilizarse para seleccionar las aptitudes productivas.

Estos resultados complementan el trabajo realizado por Camacho (1991), en el cual se evaluó la producción de, biomasa seca comestible, biomasa seca leñosa, biomasa seca total y porcentaje de materia seca comestible y leñosa en las mismas procedencias y familias, encontrando las mismas diferencias entre procedencias, familias dentro de procedencias, e individuos dentro de familias de G. sepium, en estos parametros.



Familias

Fig. 3. Aceptabilidad por ovinos de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de *G. sepium*

5.2.- ANALISIS DE LABORATORIO.

5.2.1.- MATERIA SECA (MS).

Los análisis de varianza nos indican que existen diferencias significativas entre repeticiones, procedencias, familias dentro de procedencias e individuos dentro de familias de G. sepium, en el porcentaje de materia seca (Cuadros 7 y 8). Los porcentajes de materia seca fueron los mismos para la procedencia de Honduras, Alajuela, Guatemala, siendo que las de Cañas presentan los valores más bajos en MS (Figura 4).

Las familias 84-09 de Guatemala y 84-01 de Honduras presentaron los porcentajes más altos de materia seca y las familias 84-09 de Honduras y 82-01 de Cañas los más bajos, siendo el rango de variación de 4% (Cuadro 9). A diferencia de la aceptabilidad, no se encontró ninguna agrupación definida, ya que como se aprecia en el Cuadro 9, las familias de las diferentes procedencias presentan diferentes valores.

Camacho (1991), también reportó diferencias en la materia seca de la biomasa comestible de las mismas procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, indicando que las variaciones tienen componentes genéticos y ambientales ligados entre sí, por lo que la interpretación de los resultados no se puede atribuir a un factor específico.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la materia seca de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991. ' ,

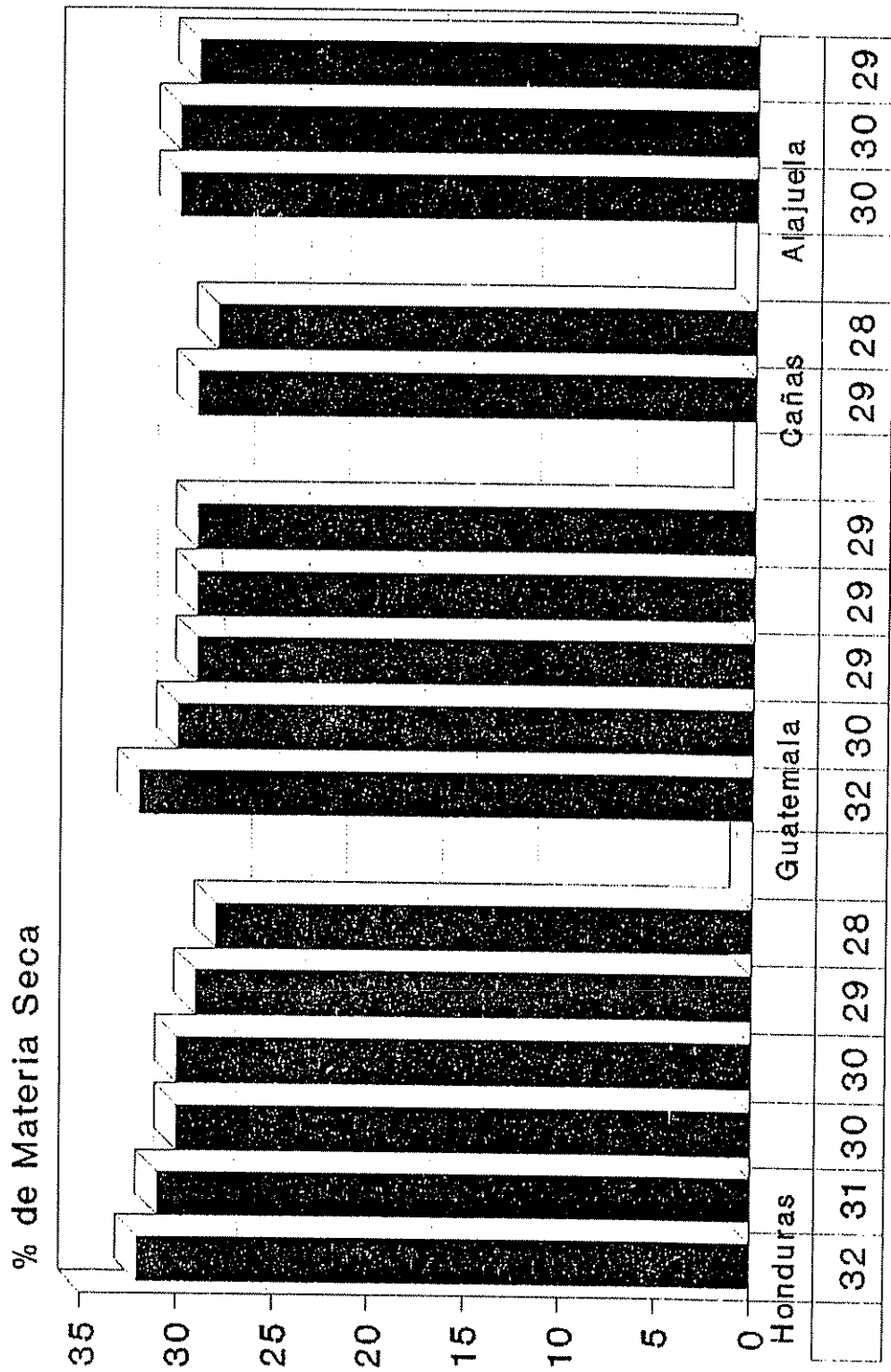
FV	GL	CM	P>F
REP.	3	13.42	0.0001 *
PROC.	3	3.63	0.0627 *
FAM(PROC)	12	5.17	0.0006 *
ERROR	45	1.39	
TOTAL	63		CV= 3.98

*= difieren significativamente.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la materia seca de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	CM	P>F
REP.	2	0.004	0.0007 *
IND(FAM)	12	0.001	0.0409 *
ERROR	30	0.0005	
TOTAL	47		CV= 8.63

* Difieren significativamente.



Procedencias

Fig. 4 Porcentaje de materia seca de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium

Cuadro 9. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la materia seca de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

Procedencia	Familia	Promedios± STD
Guatemala	16-84-09	31.74(±2.54) a
Honduras	25-84-01	31.57(±0.44) ab
Honduras	25-84-04	30.76(±1.57) abc
Alajuela	00-84-03	30.49(±0.52) abcd
Honduras	25-84-16	30.48(±0.46) abcde
Guatemala	16-84-03	29.79(±1.67) bcde
Honduras	25-84-06	29.72(±1.10) bcde
Alajuela	00-84-09	29.58(±0.82) cde
Guatemala	16-84-13	29.23(±2.59) cde
Honduras	25-84-05	29.20(±1.90) cde
Cañas	00-82-10	29.13(±0.97) cde
Alajuela	00-84-01	28.84(±0.83) cde
Guatemala	16-84-02	28.65(±1.18) de
Guatemala	16-84-06	28.53(±1.38) de
Honduras	25-84-09	28.30(±0.54) e
Cañas	00-82-01	28.20(±2.11) e

Letras iguales no difieren significativamente.

En el caso de los individuos estos presentaron rangos similares de variación a los de las familias evaluadas, siendo más marcada la diferencia de individuos dentro de familias (Figura 5)

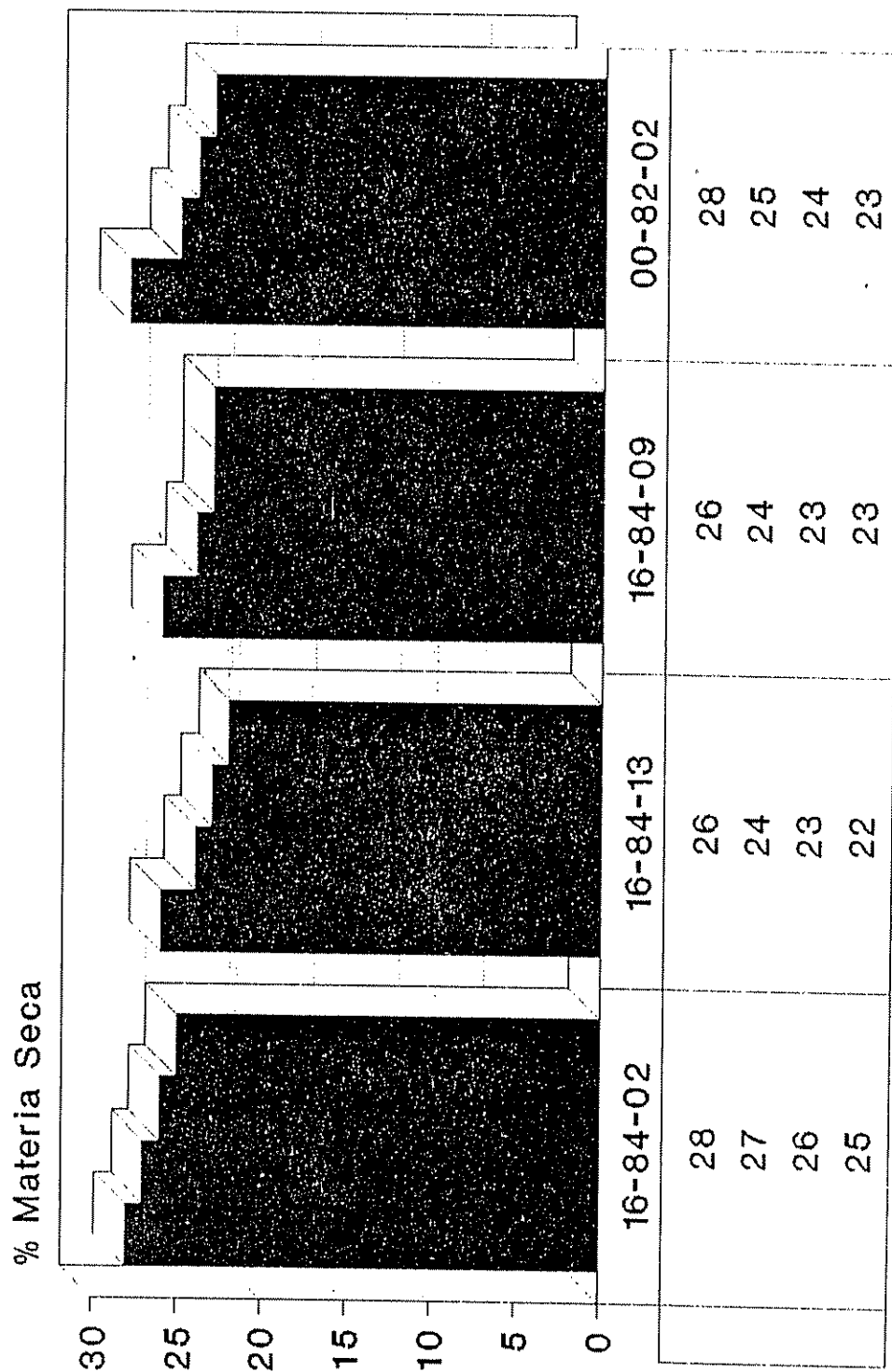


Fig. 5 Porcentaje de Materia seca de la biomasa de individuos dentro de familias de G. sepium

En la parte metodológica se mencionó que la edad del material forrajero usado para los ensayos de procedencias y familias dentro de procedencias eran diferentes de los individuos razón por la cual en el porcentaje de materia seca de ambos materiales, también existe diferencias. Esto concuerda con lo expresado por Beliard (1984), quien señala que las diferencias en edades es un factor que influye en la diferencia del porcentaje de materia seca, incrementándose cuando las edades de cortes son más largos.

5.2.2.- DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (DIVMS)

La DIVMS no fue significativamente diferente ($P < 0.05$) a nivel de procedencias y familias dentro de procedencias (Cuadros 10, Figura 6). Las familias 05 de Honduras, 13, 02 y 09 de Guatemala y la 09 de Alajuela presentaron los valores más altos, con rangos de 47 a 48.8 % de DIVMS.

Como era de esperarse con material forrajero de más edad, los valores para esta variable fueron bajos, pero de acuerdo al señalado por Beliard (1984), que a mayor edad la DIVMS de los forrajes disminuye, al igual que su calidad.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la DIVMS de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	CM	P>F
REP.	3	1066.1	0.0001 *
PROC.	3	1.073	0.975 ns
FAM(PROC)	12	10.425	0.7403 ns
ERROR	45	14.835	
TOTAL	63		CV= 8.25

ns= no difieren significativamente.

Caso contrario fue el de los individuos donde las diferencias fueron significativas ($P < 0.05$) entre y dentro de familias (Cuadro 11, Figura 7). El material forrajero usado, por presentar menor tiempo de poda y establecimiento presentó valores mayores que los reportados para procedencias y familias dentro de procedencias. Así mismo, estos valores concuerdan con los reportados por Mendieta (1989) para estas mismas familias.

Los individuos pertenecientes a la familia 01 de Cañas presentaron los valores más altos, seguidos de los individuos de las familias 02 y 09 de Guatemala. En la Figura 7 se puede apreciar que los individuos de la familia 01 de Cañas presentaron los mayores valores con respecto a los individuos de las familias restantes, aún cuando entre ellos existía una marcada diferencia.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la DIVMS de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

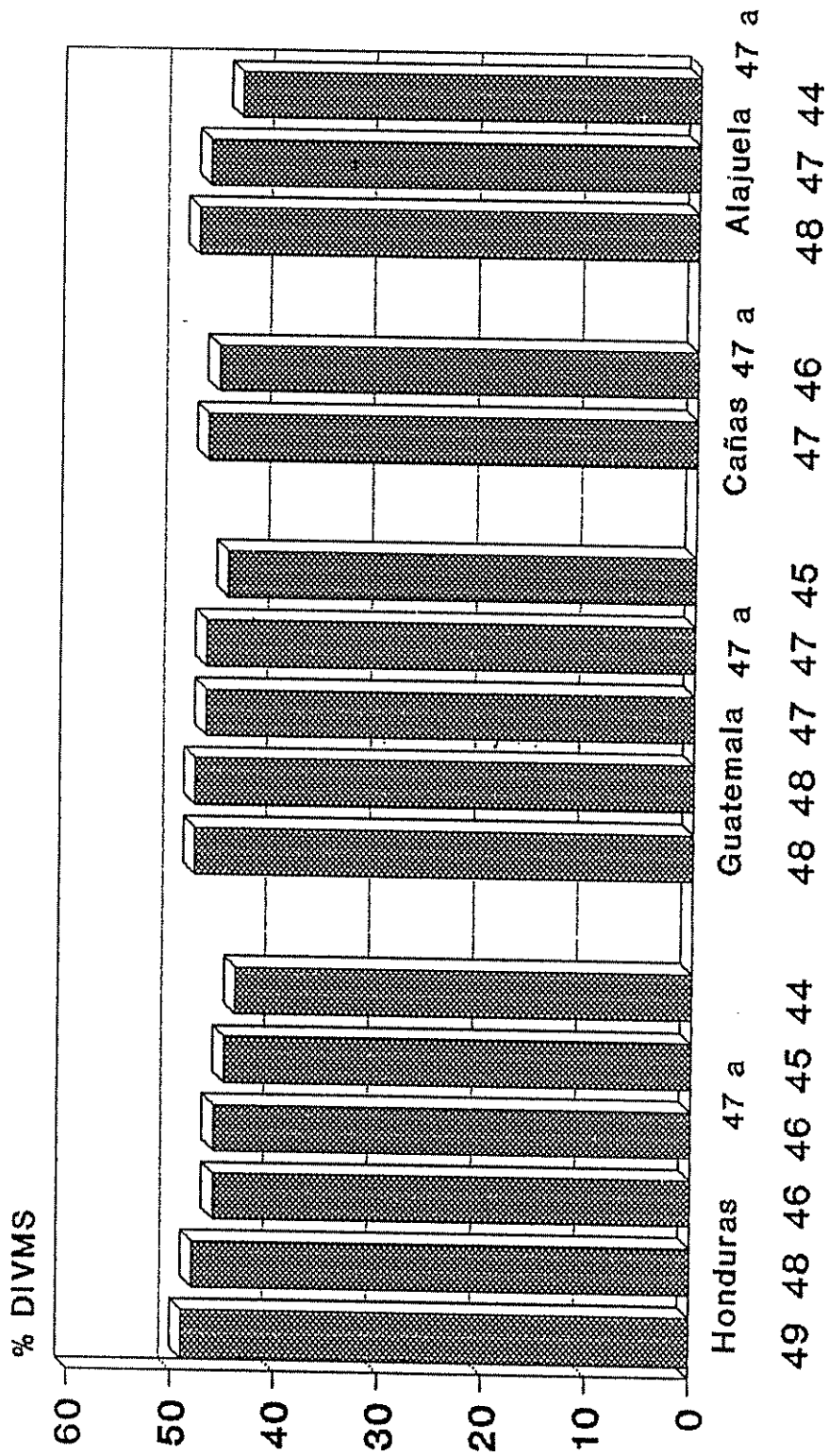
FV	GL	CM	P>F
REP.	2	69.08	0.0002 *
IND(FAM)	12	21.67	0.0020 *
ERROR	30	5.95	
TOTAL	47		CV= 4.05

* Difieren significativamente.

De forma General se puede decir que los valores encontrados para la DIVMS en este estudio estan en el rango señalado por la NFTA (1989), de 48-70%, para la especie en estudio (G. sepium).

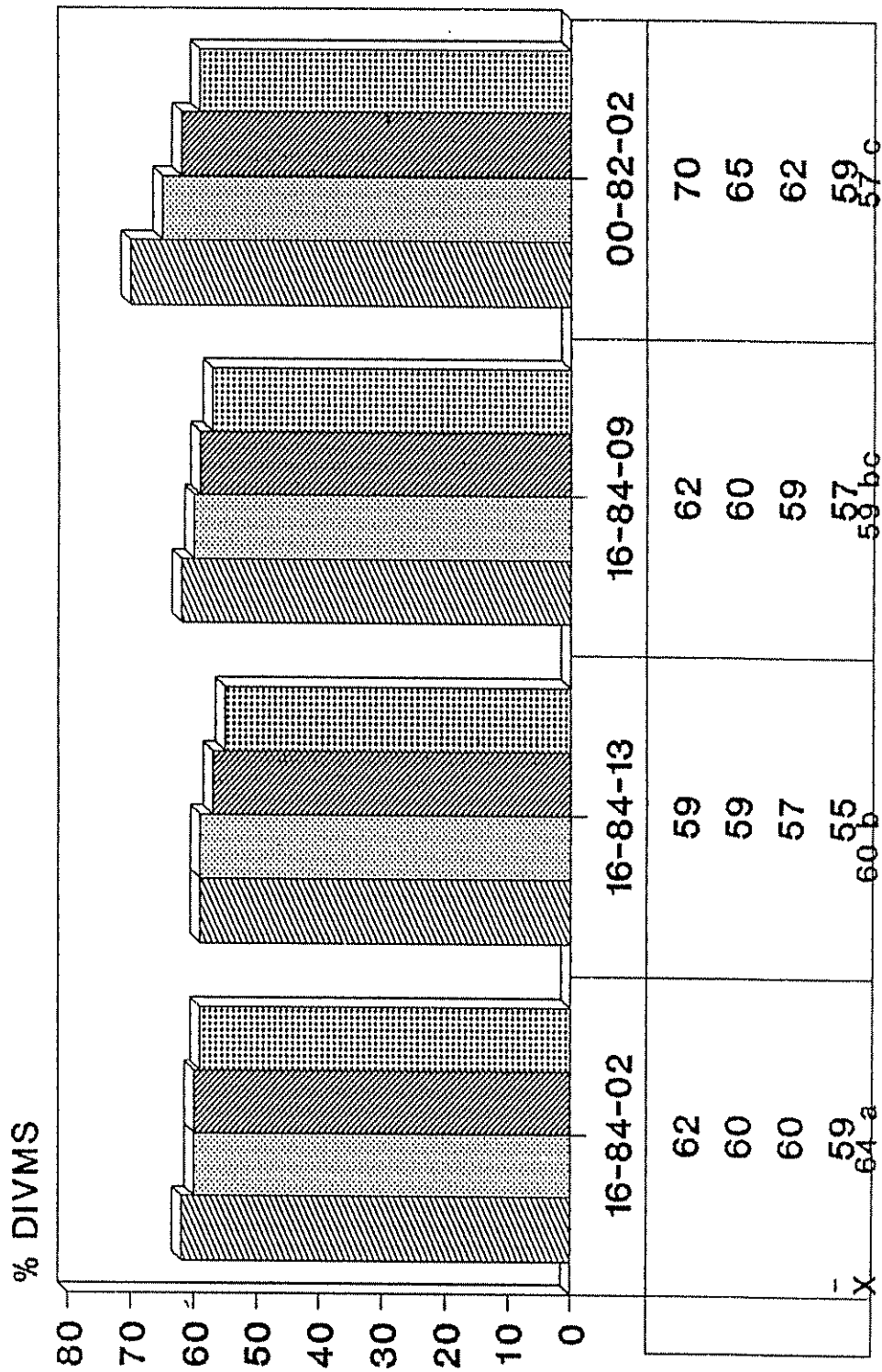
5.2.3.-CONTENIDO DE PROTEINAS CRUDA TOTAL (PC) Y PROTEINA CRUDA LIGADA A LA FIBRA DETERGENTE ACIDO (PC-FDA).

Los análisis de varianza nos indican que existen diferencias significativas entre procedencias, familias dentro de procedencias e individuos dentro de familias para PC y PC-FDA (Cuadros 12 y 13). La procedencia de Cañas presentó los valores promedios más altos de PC (26%) y los más bajos de PC-FDA (5.5%), pero similares estadísticamente a las procedencias de Alajuela y Guatemala; los valores promedios más bajos de PC los presentó la procedencia de Honduras, siendo esta significativamente diferente de las demás procedencias (Figura 8).



Procedencias

Fig. 6 Porcentaje de DIVMS de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium



FAMILIAS

Fig. 7 Porcentaje de DIVMS de individuos dentro de familia de *G. sepium*

Las familias empleadas en la evaluación de individuos también presentaron diferencias significativas siendo ($P < 0.05$), la 01 de Cañas la que presentó los valores promedios más altos (Figura 9),

Contenidos de PC y PC-FDA de las familias bajo estudio se presentan en la Figura 8. Se puede observar que el rango de variación para PC fue de 24-27%, además los porcentajes de PC-FDA son de 5 a 6%, lo cual representa un rango de 19 a 24% del contenido total de PC. Esto significa que entre un 76 a 81% de la PC es disponible para los animales, aunque de este total disponible gran parte es soluble (60%), como lo señala Espinoza (1984); dejando muy poca proteína sobrepasante para ser digerida en el tracto posterior.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la proteína cruda y ligada a la FDA de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	PL-FDA P>F	PC P>F
REP.	3	0.0089 *	0.4177
PROC.	3	0.699 ns	0.0010 *
FAM(PROC)	12	0.508 ns	0.0504 *
ERROR	45		
TOTAL	63	CV= 3.54	

*= difieren significativamente.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la proteína cruda y proteína ligada a la FDA de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	PC P>F	PL-FDA P>F
REP.	2	0.1079	0.27
IND(FAM)	12	0.0001 *	0.05 *
ERROR	30		
TOTAL	47	CV= 4.29	

* Difieren significativamente.

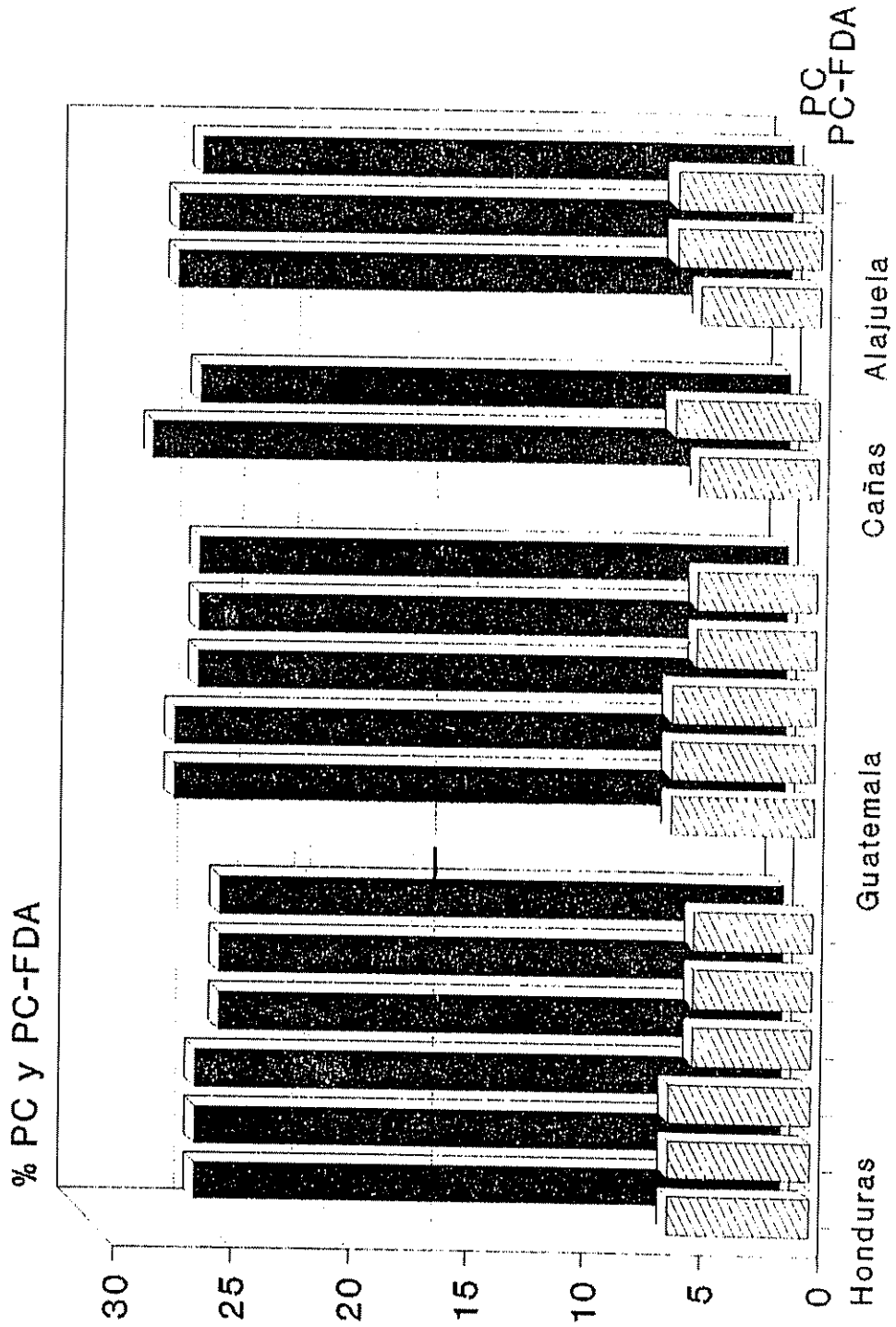


Fig. 8 Porcentaje de Proteína cruda y ligada a la FDA de procedencias y familias dentro de procedencias de *G. sepium*

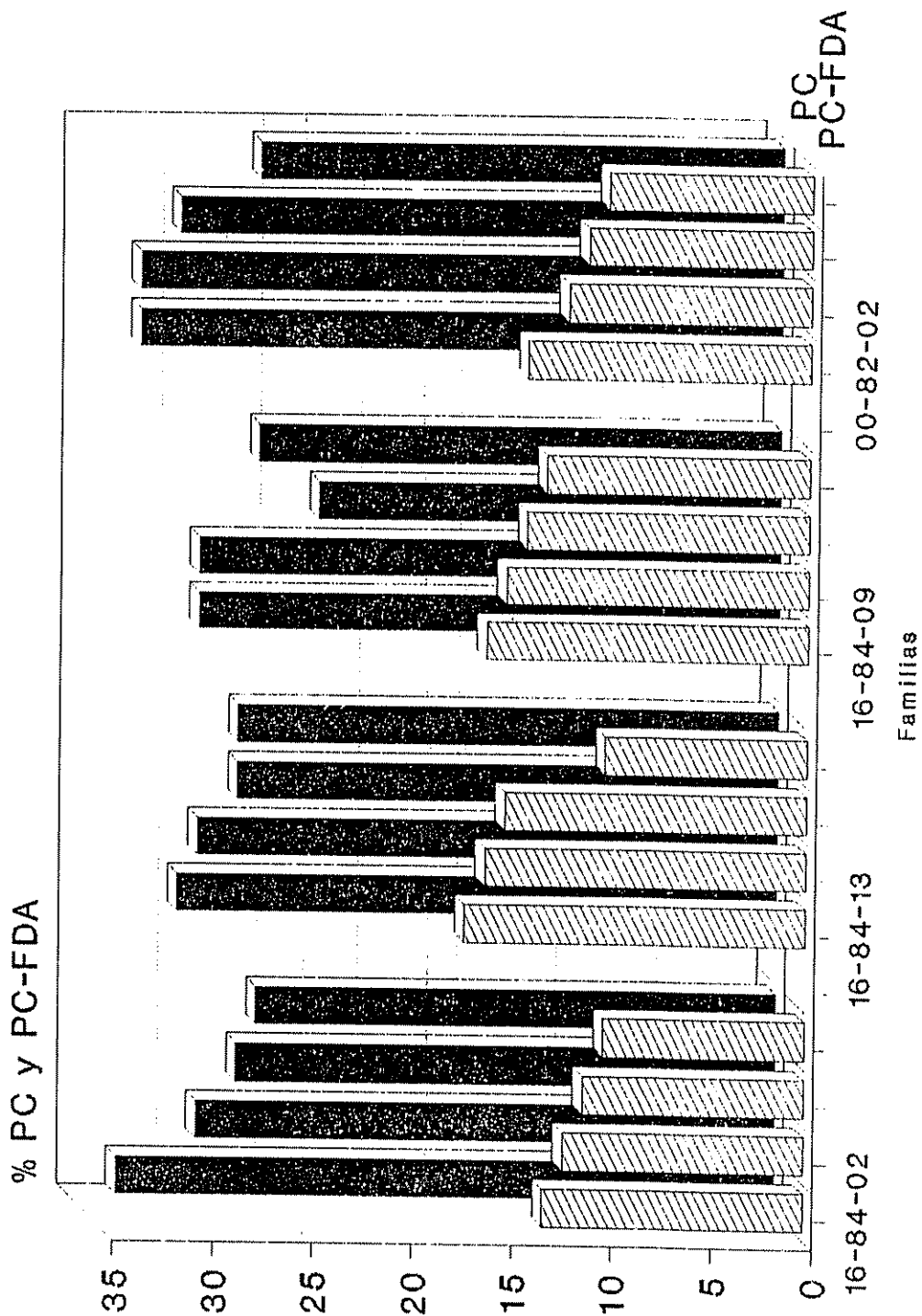


Fig. 9 Porcentaje de proteína cruda y ligada a la FDA de individuos dentro de familias de *G. sepium*

5.2.4.- COMPONENTES DE LA PARED CELULAR.

No se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre procedencias y familias dentro de procedencias para FDN y FDA (Cuadro 14, Figura 10). La procedencia de Cañas presentó los valores promedios más altos de FDN seguida de la procedencia de Alajuela (Figura 10), pero la procedencia de Guatemala presentó los mayores valores FDA.

Cuadro 14. Análisis de varianza para FDN y FDA de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	FDN P>F	FDA P>F
REP.	3	0.001	0.0001 *
PROC.	3	0.223 ns	0.752 ns
FAM(PROC)	12	0.621 ns	0.778 ns
ERROR	45		
TOTAL	63	CV= 5.54	CV= 10.44

ns= no difieren significativamente.

Caso contrario sucedió con los individuos dentro de familias, en los que sí se encontró diferencias significativas (Cuadro 15). Las familias evaluadas en esta fase también presentaron diferencias significativas, siendo las de Guatemala las que alcanzaron los valores promedios más altos para ambas variables, siendo el rango de variación de 4-5% para FDN y 2-4% para FDA (Figura 10).

Cuadro 15. Análisis de varianza para la FDN y FDA de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	FDN P>F	FDA P>F
REP.	2	0.0315 *	0.0001 *
IND(FAM)	12	0.0006 *	0.0154 *
ERROR	30		
TOTAL	47	CV= 4.16	CV= 8.23

* Difieren significativamente.

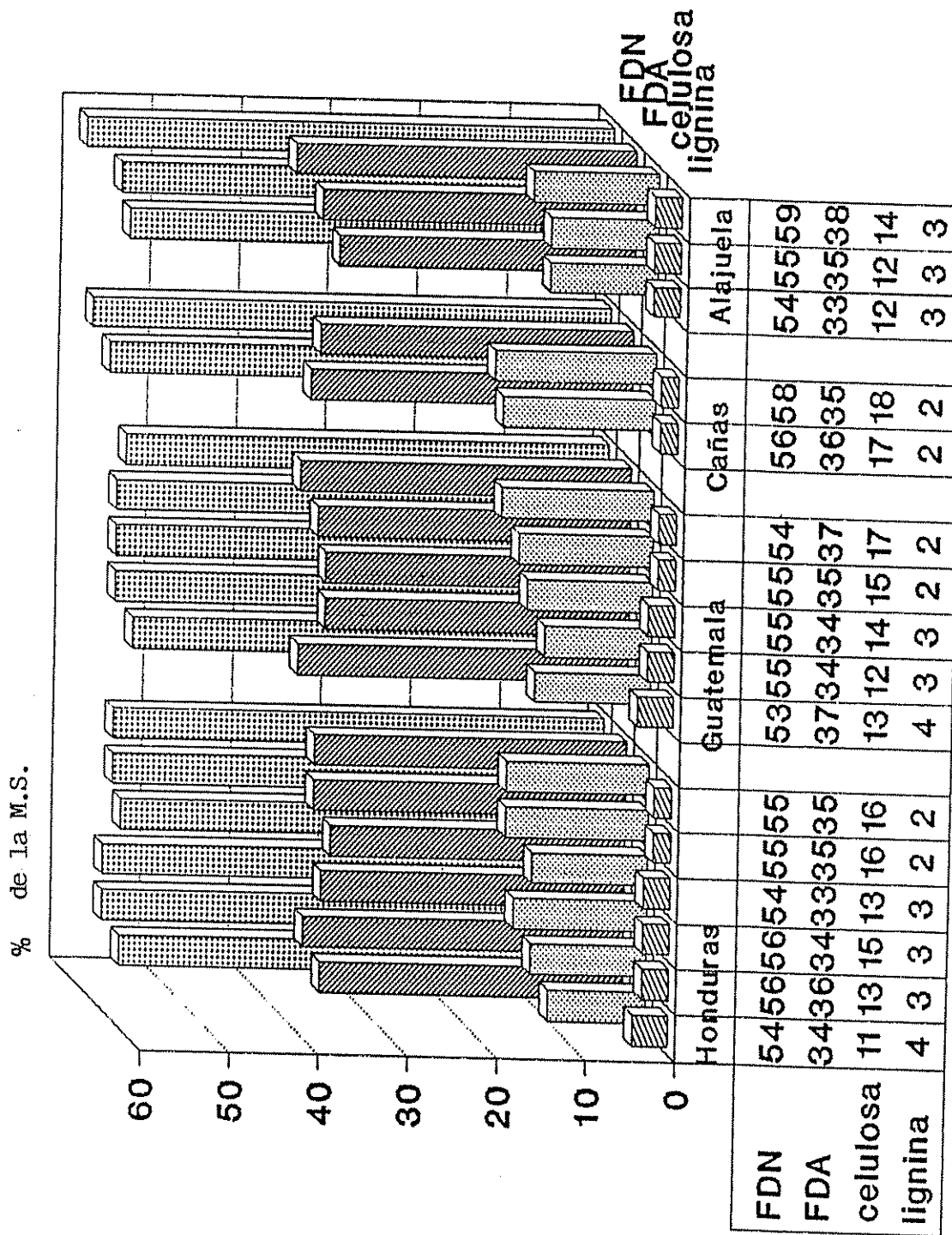


Fig. 10 Componentes de la pared celular(%) de procedencias y familias dentro de procedencias de *G. sepium*

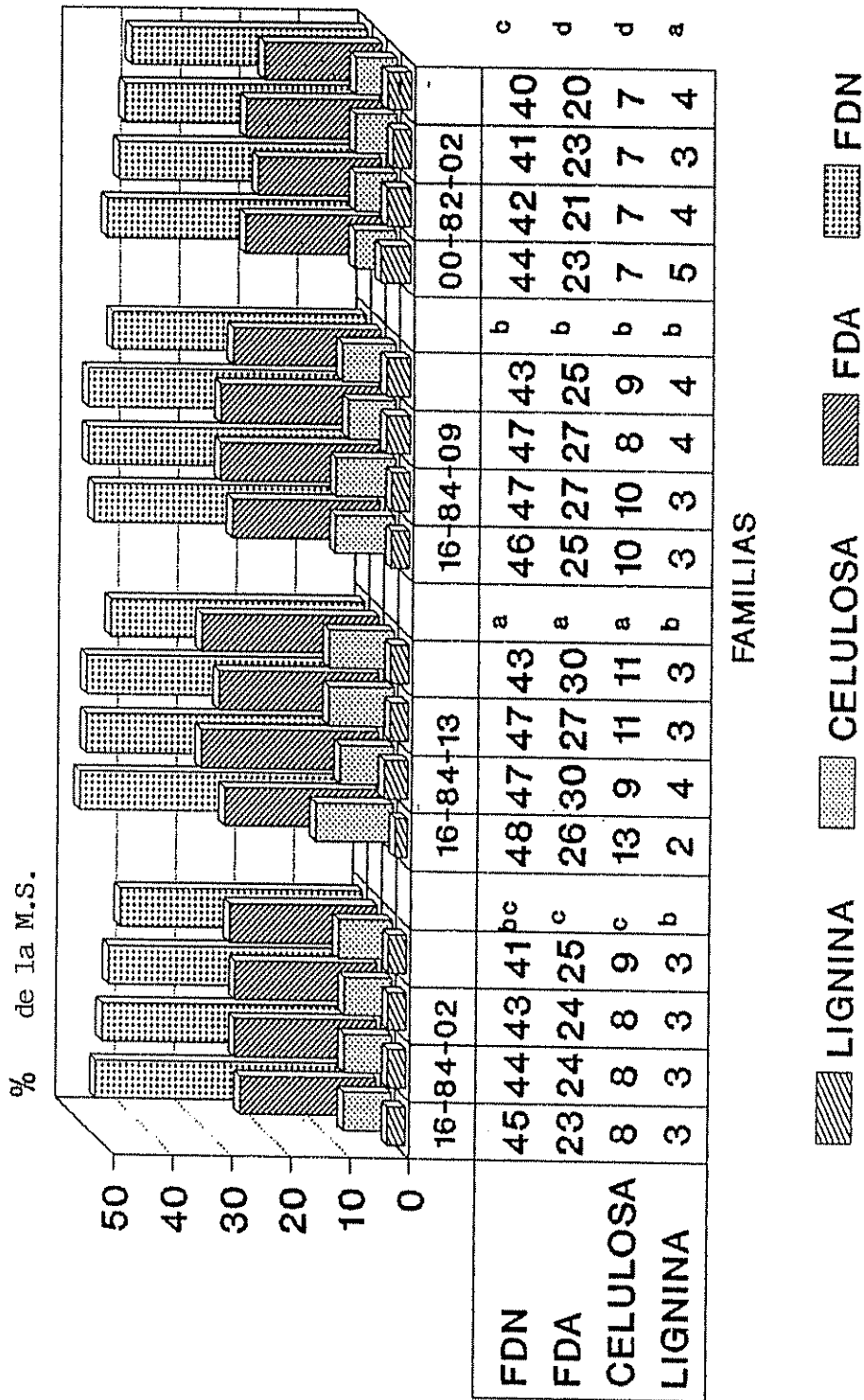


Fig. 11 Componentes de la pared celular (%) de individuos dentro de familias de *G. sepium*.

En cuanto al contenido de celulosa se encontró diferencias significativas, ($P < 0.05$), entre procedencias, familias dentro de procedencias e individuos dentro de familias (Cuadros 16 y 17).

La procedencia de Alajuela presentó los valores promedios más bajos en celulosa; la procedencia de Cañas presentó los valores promedios más altos, las procedencias de Guatemala y Honduras presentaron valores intermedios entre las dos procedencias mencionadas anteriormente (Figura 10).

En el caso de los individuos los que correspondían a las familias de Honduras (16-84) presentaron valores superiores a 8% en el contenido de celulosa, no así los de la familia de Cañas que presentaron valores de 7% (Figura 11).

Los contenidos de lignina variaron entre familia y procedencias, las familias de Honduras y Guatemala reportan valores entre 2 y 4%, en cambio las familias de Cañas y Alajuela presentaron valores de 2 y 3% respectivamente (Figura 10). En el caso de los individuos los rangos fluctuaron entre 2 y 5% encontrándose valores superiores en individuos de la familia de Cañas (Figura 11).

Pruebas de rangos múltiples nos permiten decir que las mayores diferencias se presentan en los valores menores de 2.5 % con respecto a aquellas mayores de 3.8% en contenido de lignina y en celulosa para los valores menores de 11%, con respecto a aquellos mayores de 16 (Cuadros 18 y 19).

Cuadro 16. Análisis de varianza para lignina y celulosa de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	Lignina P>F	Celulosa P>F
REP.	3	0.0001	0.0001
PROC.	3	0.015 *	0.0046 *
FAM(PROC)	12	0.018 *	0.0170 *
ERROR	45		
TOTAL	63	CV= 29.87	

*= difieren significativamente.

Cuadro 17. Análisis de varianza para lignina y celulosa de la biomasa comestible de individuos dentro de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	Lignina P>F	Celulosa P>F
REP.	2	0.0001	0.0001
IND(FAM)	12	0.087 *	0.0540 *
ERROR	30		
TOTAL	47	CV= 23.33	CV= 12.44

* Difieren significativamente.

Cuadro 18. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para celulosa de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

Procedencia	Familia	Promedio \pm STD	
Cañas	00-82-10	18.000(\pm 5.60)	a
Cañas	00-82-01	16.750(\pm 6.80)	ab
Guatemala	16-84-06	16.500(\pm 5.74)	abc
Honduras	25-84-04	16.000(\pm 5.77)	abcd
Honduras	25-84-16	15.750(\pm 5.38)	abcde
Honduras	25-84-06	15.000(\pm 6.73)	abcde
Guatemala	16-84-03	14.500(\pm 4.12)	abcde
Guatemala	16-84-09	14.250(\pm 6.45)	abcde
Alajuela	00-84-01	13.750(\pm 5.91)	abcde
Honduras	25-84-09	13.250(\pm 5.74)	abcde
Guatemala	16-84-02	12.750(\pm 5.56)	bcde
Honduras	25-84-01	12.750(\pm 6.19)	bcde
Alajuela	00-84-03	12.000(\pm 3.37)	bcde
Guatemala	16-84-13	11.750(\pm 3.59)	cde
Alajuela	00-84-09	11.500(\pm 5.07)	de
Honduras	25-84-05	11.000(\pm 4.69)	e

Letras iguales no difieren significativamente.

Cuadro 19. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la lignina de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

Procedencia	Familia	Promedio±STD
Guatemala	16-84-02	4.051(±3.37) a
Honduras	25-84-05	3.752(±1.64) ab
Honduras	25-84-01	3.390(±1.80) ab
Alajuela	00-84-09	3.376(±1.81) abc
Guatemala	16-84-13	3.078(±0.97) abc
Guatemala	16-84-09	2.975(±1.60) abc
Alajuela	00-84-03	2.773(±0.87) abcd
Alajuela	00-84-01	2.708(±1.85) abcd
Honduras	25-84-06	2.634(±1.51) bcd
Honduras	25-84-09	2.578(±1.29) bcd
Honduras	25-84-16	2.281(±1.17) cd
Honduras	25-84-04	2.246(±0.98) cd
Guatemala	16-84-03	2.170(±1.43) cd
Guatemala	16-84-06	2.161(±0.94) cd
Cañas	00-82-01	2.096(±0.94) cd
Cañas	00-82-10	1.554(±0.71) d

Letras iguales no difieren significativamente.

.2.5.- TANINOS.

Se encontró diferencia significativa en el contenido de taninos solubles para familia e individuos dentro de familia (Cuadros 20, 21, Figuras 12, 13), pero no para procedencias.

En el Cuadro 22 se puede ver que las familias procedentes de Honduras presentan porcentajes bajos de taninos solubles, no así las familias procedentes de Alajuela y Cañas (Costa Rica), las que presentan porcentajes intermedios entre la primera y la procedencia de Guatemala, esta última presentó los mayores valores.

En el caso de los individuos los pertenecientes a la familia 02 de cañas son los que presentan mayor variabilidad (Figura 13).

Al realizar comparaciones entre el comportamiento del contenido de taninos solubles con la aceptabilidad se observa que las procedencias con menor contenido de estos fueron las de mayor aceptabilidad y las de menor aceptabilidad eran las que contenían mayores cantidades, aún cuando las diferencias en contenido no fueron significativas para procedencias, como se había señalado inicialmente (Figuras 2 y 12).

Devendra (1990), e Ivory (1990), señalan que las concentraciones de taninos solubles presentes en el material forrajero arboreo, son factores que inciden sobre la aceptabilidad del mismo.

Concentraciones en absorbancia (AA₅₅₀), para determinar los contenidos de taninos ligados se presentan en el Cuadro 23. Para estos no se realizaron análisis estadísticos, para determinar diferencias entre el contenido de los mismos en el material ofrecido de G. sepium, pero si se utilizaron los valores promedios para la determinación de la relación de este con la aceptabilidad.

Las metodologías empleada para la determinación de estos compuestos debe enfocarse en dependencia del método de secado, ya que estos producen variabilidad en el contenido de los mismos (Kass, 1991 comunicación personal). Esto puede deberse a que al realizar secados en hornos muchos compuestos pueden degradarse y no se realizan las cuantificaciones reales de los mismos. Valerio(1990), indica que los problemas relacionados con el manejo previo de la muestra y las alteraciones que esta sufre desde la colecta hasta el análisis suelen ser factores influyentes en la determinación del contenido de taninos, los cuales son difíciles de mantener y preservar.

Cuadro 20. Análisis de varianza para Taninos solubles de la biomasa comestible de Procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	CM	P>F
REP.	2	3.15	0.2852
PROC.	3	1.22	0.71 ns
FAM(PROC)	12	6.52	0.024 *
ERROR	45	8.09	
TOTAL	63		CV= 30.39

*= difieren significativamente.

Cuadro 21. Análisis de varianza para Taninos solubles en la biomasa comestible de individuos dentro de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FV	GL	CM	P>F
REP.	2	0.021	0.74
IND(FAM)	12	4.24	0.0001 *
ERROR	30	1.20	
TOTAL	47		CV= 4.52

* Difieren significativamente.

Cuadro 22. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para Taninos solubles en la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

Procedencia	Familia	Promedio±STD.	
Guatemala	16-84-02	8.78(±0.55)	a
Cañas	00-82-10	7.39(±2.37)	ab
Alajuela	00-84-01	6.29(±1.44)	abc
Alajuela	00-84-09	5.98(±1.98)	abc
Cañas	00-82-01	5.71(±0.46)	bc
Guatemala	16-84-09	5.66(±1.70)	bc
Alajuela	00-84-03	5.52(±0.53)	bc
Honduras	25-84-05	5.47(±2.33)	bc
Guatemala	16-84-03	5.13(±2.26)	bc
Honduras	25-84-16	5.03(±2.82)	bc
Honduras	25-84-09	4.86(±1.98)	bc
Honduras	25-84-01	4.85(±2.05)	bc
Guatemala	16-84-13	4.49(±0.57)	bc
Guatemala	16-84-06	4.21(±0.22)	bc
Honduras	25-84-06	3.78(±1.20)	c
Honduras	25-84-04	3.16(±0.25)	c

Letras iguales no difieren significativamente.

Cuadro 23. Contenido de Taninos ligados encontrados en material forrajero de Familias e individuos dentro de familias de G.sepium, CATIE, 1991.

Fam	TL AA ₅₅₀ /0.05g	Fam	Ind.	TL AA ₅₅₀ /0.05g
1	0.139	1	1180	0.0435
2	0.116	1	1193	0.4330
3	0.168	1	1248	0.1570
4	0.171	1	1555	0.1395
5	0.105	7	736	0.0915
6	0.100	7	1105	0.0960
7	0.153	7	1402	0.0820
8	0.104	7	1771	0.1015
9	0.106	1	567	0.0540
10	0.137	1	729	0.2295
11	0.096	1	867	0.2490
12	0.099	1	1238	0.1735
13	0.105	1	24	0.0400
14	0.116	1	958	0.2015
15	0.076	1	1571	0.3665
16	0.057	1	1976	0.1045

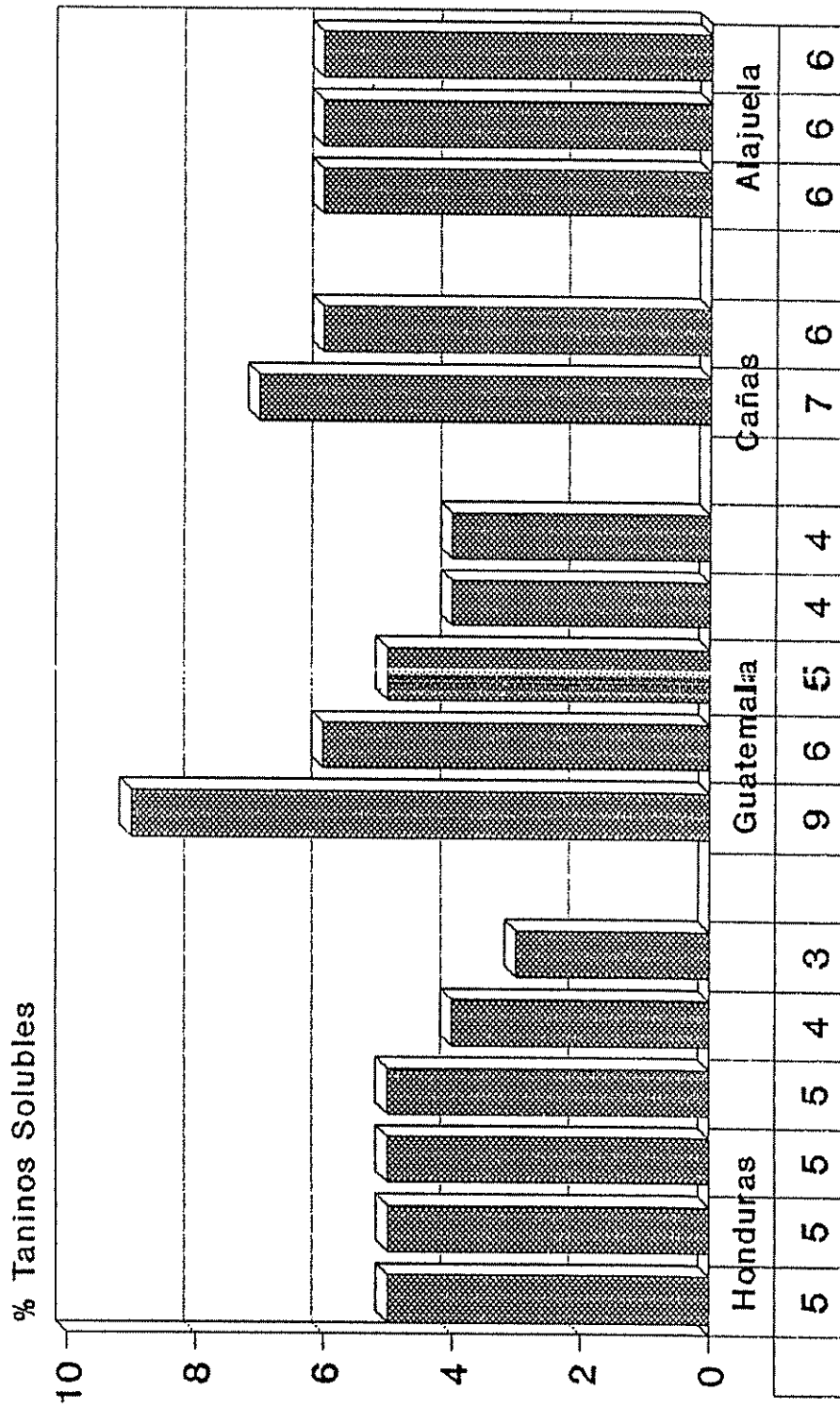


Fig. 12 Porcentaje de taninos solubles en procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium

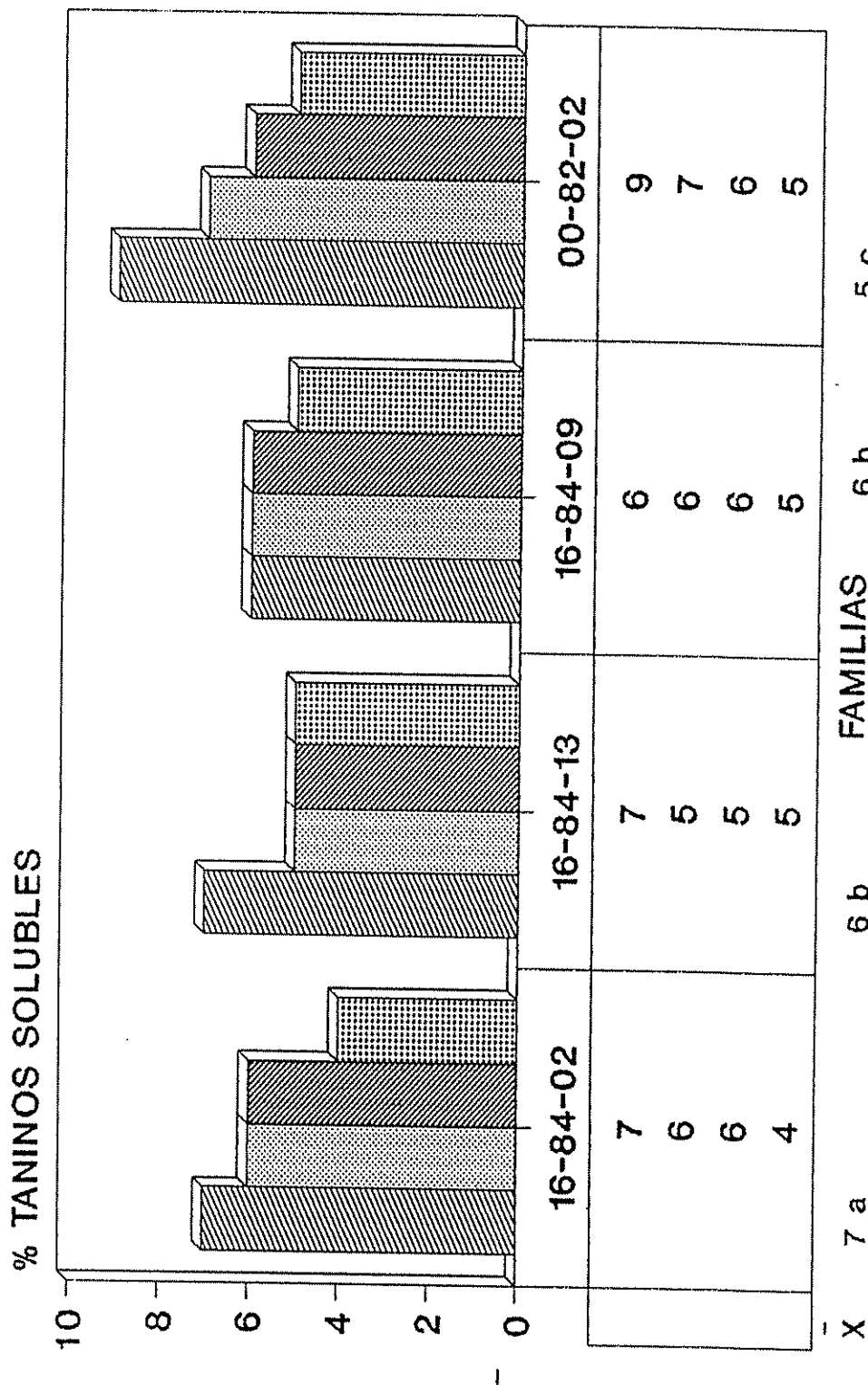


Fig. 13 Porcentaje de taninos solubles en individuos dentro de familias de G. sepium

5.2.6.- CORRELACIONES ENTRE LA ACEPTABILIDAD, DIVMS Y LOS COMPONENTES QUIMICOS DEL FORRAJE DE G. sepium.

Los coeficientes de correlación entre la aceptabilidad del forraje de familias de G. sepium y los componentes químicos del mismo se presentan en el Cuadro 24. En el mismo se puede notar que las variables MS, DIVMS, proteína ligada en FDA y lignina presentan coeficientes positivos, bajos y no significativos. Al contrario para las variables FDN, FDA, celulosa, taninos solubles y taninos condensados (proantocianidinas), los valores son negativos, salvo el caso de la celulosa son significativos ($P < 0.05$). Es interesante notar que los componentes fibrosos y taninos son los que se encuentran afectando la aceptabilidad del material ofrecido a los ovinos, sobre todo los taninos solubles. Van Soest y Robertson (1979) y Pezo (1981), señalan que altas fracciones fibrosas retardan la velocidad de digestión del forraje, obteniéndose así una mayor permanencia del alimento en el rumen, lo que afecta el consumo de los alimentos por los rumiantes. Factores anticualitativos pueden tener efecto sobre la DIVMS afectando con ello el consumo, pudiendo ser esta una de las causas en las bajas relaciones entre ambos factores (DIVMS y consumo) (Cheeke y Raharjo, 1987, Ivory, 1990).

En las Figuras 14 y 15 se pueden apreciar las relaciones existentes entre los taninos y la aceptabilidad de material de familias de G. sepium. En las mismas puede notarse que con los valores de aceptabilidades menores de 850 gms/KgPV estan más relacionados con los taninos solubles y arriba de estos valores con las proantocianidinas; así mismo efectos similares se pueden observar con respecto a FDN y FDA (Figuras 16 y 17).

Al realizar análisis de regresiones entre la aceptabilidad y las variables en mención, se encontró que solo los taninos solubles presentaban significancia (Cuadro 24), pero con R^2 bajos, haciendo difícil predecir el consumo en base a esta variable.

Para los taninos solubles se observó que niveles mayores de 5% ejercen un efectos más detrimental al consumo (Figura 14), no así los taninos condensados, los cuales ejercen el mismo efecto detrimental con longitudes de absorbancias mayores de 0.11 ($AA_{550}/0.05mg$). Barry (1988) señala que niveles mayores de 40 g/Kg de taninos solubles en el forraje restringen el consumo voluntario y la digestibilidad de la fibra.

Cuadro 24. Coeficientes de correlación entre la aceptabilidad del forraje y la composición química de las mismas de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

VAR	r	P>F
MS	0.314	0.24
DIVMS	0.065	0.81
PC	-0.045	0.86
FDN	-0.496	0.05
FDA	-0.481	0.06
PRL	0.227	0.40
LIG	0.036	0.89
CEL	-0.143	0.60
TANSOL	-0.623	0.03
TANCOND.	-0.362	0.16

Los valores de los coeficientes de correlación entre la aceptabilidad y los componentes químicos del forraje ofrecido de individuos dentro de familias de G. sepium; presentaron las mismas tendencias que para las familias, sin significancia alguna (Cuadro 25). Es de notar que los taninos solubles ejercen al igual que los compuestos fibrosos (FDN y FDA) efecto negativo sobre la aceptabilidad de la biomasa comestible de G. sepium.

Cuadro 25. Coeficientes de correlación entre la aceptabilidad y composición química del forraje de individuos dentro de familias de G. sepium.

VAR	r	P>F
MS	-0.048	0.86
DIVMS	0.090	0.75
PC	0.220	0.40
FDN	0.136	0.05
FDA	-0.004	0.99
PRL	-0.094	0.73
LIG	-0.221	0.41
CEL	0.251	0.35
TANSOL	-0.237	0.40
TANCOND.	-0.064	0.81

La DIVMS y la PC, ejercen poca influencia sobre el consumo, estos confirman lo expresado por Borel (1990), de que ambos factores (DIVMS y PC) son elementos de poca contribución en la predicción de consumos de materiales forrajeros tropicales.

Algo interesante de notar en las Figuras 10, 11, 12 y 13, Cuadro 24, es que las familias que presentan baja aceptabilidad, también presentan altos porcentajes de fibras (detergente neutro y ácida) y taninos (solubles e insolubles). Esto nos está indicando que dichos factores deben considerarse en la evaluación del material forrajero de G. sepium, y que la interacción de ellos puede ejercer un efecto detrimental sobre el consumo de dichos forrajes.

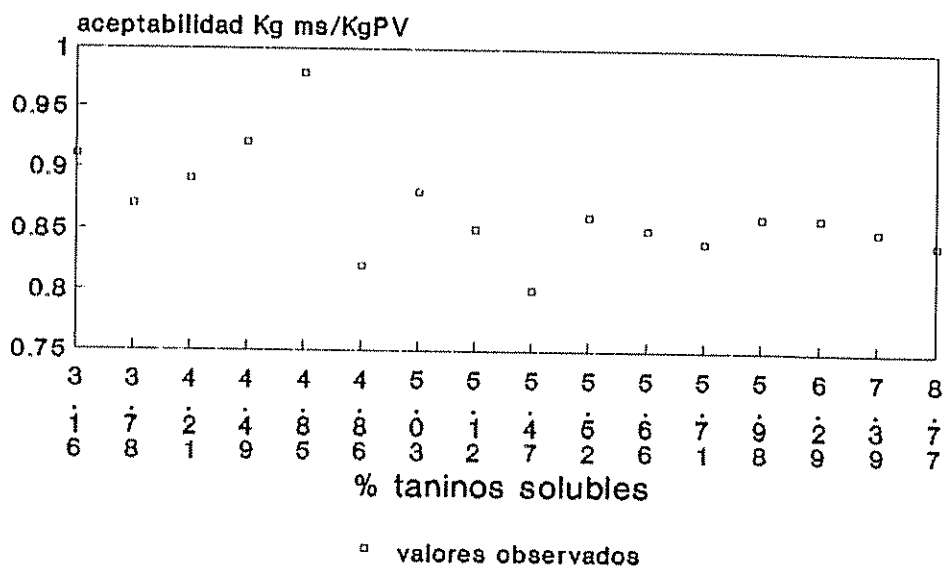


Fig. 14 Relación entre la aceptabilidad y los taninos solubles de familias dentro de procedencias de Q. aegium

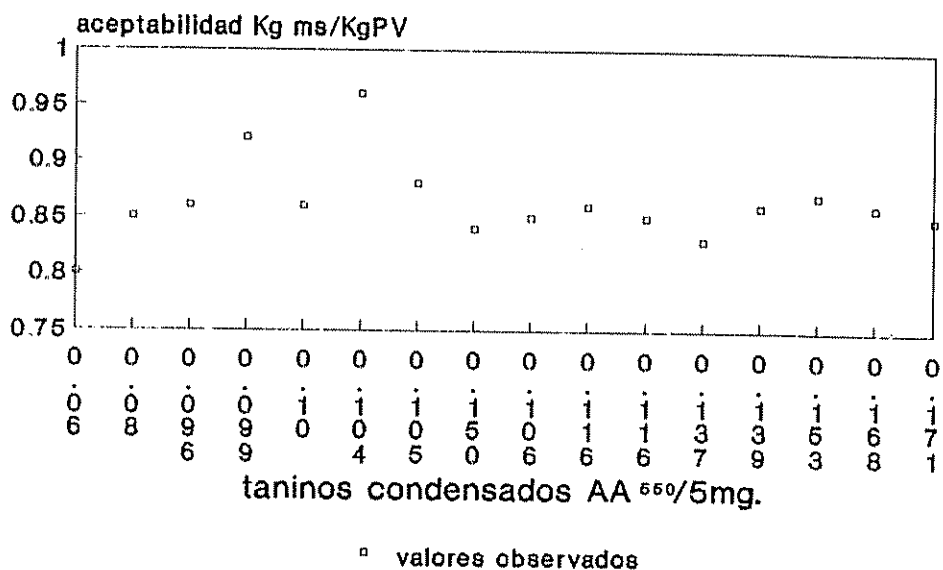


Fig. 15 Relación entre la aceptabilidad y los taninos condensados de familias dentro de procedencias de Q. aegium

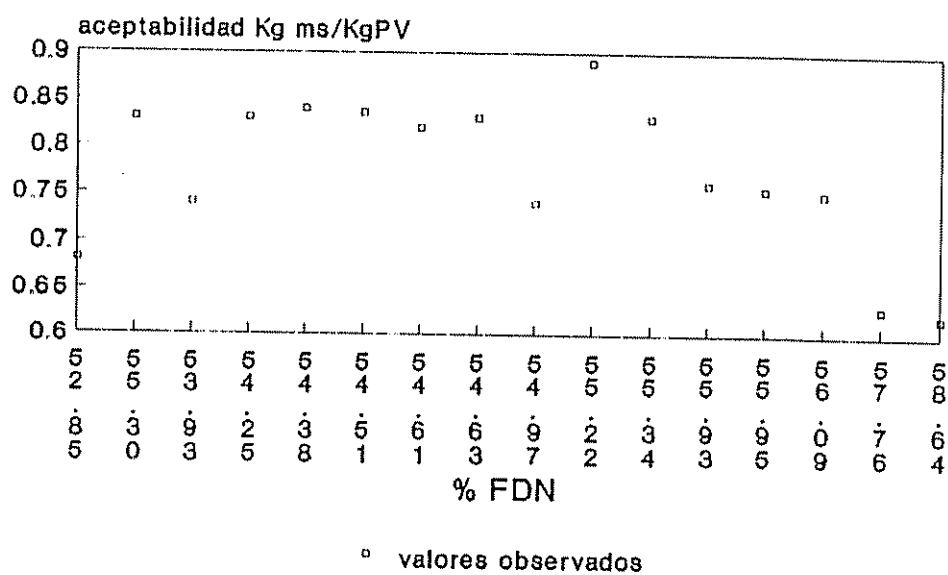


Fig. 16 relación entre la aceptabilidad y FDN del forraje de familias dentro de procedencias de G. Seolium

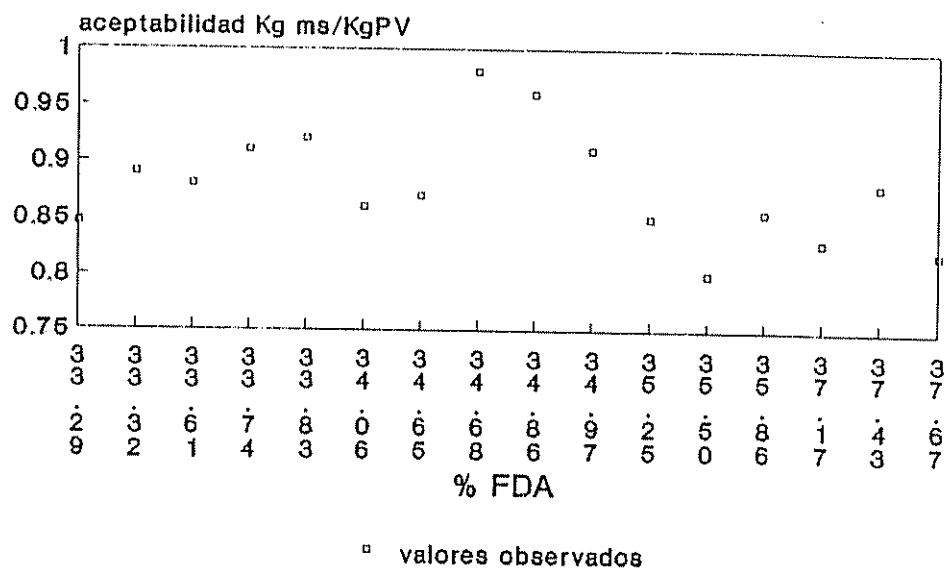


Fig. 17 Relación entre la aceptabilidad y FDA en el forraje de familias dentro de procedencias de G. sepium

VI.- CONCLUSIONES.

.- La aceptabilidad por ovinos del material forrajero de procedencias de G. sepium varia con la procedencia, familias dentro de procedencias e individuos dentro de familias, permitiendo selección del material.

.- Las procedencias de Honduras presentaron los valores promedios más altos en aceptabilidad por ovinos del forraje de G. sepium, seguida por la procedencia de Guatemala, Alajuela y Cañas.

.- Los contenidos de materia seca, proteína cruda y proteína cruda ligada a la pared celular difieren en las diferentes procedencias, familias dentro de procedencias y principalmente a nivel de individuos dentro de familias.

.- El material forrajero de procedencias y familias de G. sepium, no presentó variabilidad en cuanto a la DIVMS y contenidos de pared celular y taninos solubles, pero sí para individuos entre y dentro de familias.

.- Elementos como la DIVMS y PC, son factores de poca contribución en la consumo de material forrajero de G. sepium esto no implica la importancia de ambos factores para la determinación de materiales promisorios como alimento animal.

.- Los componentes de la pared celular (FDN y FDA) al igual que los taninos solubles y condensados influyen negativamente en la aceptabilidad del material forrajero de G. sepium .

VII.- RECOMENDACIONES.

.- Cuando se quiera evaluar el potencial forrajero de G. sepium, realizarlo a nivel de individuos.

.- Evaluar otros factores antinutricionales presentes en el forraje de G. sepium (Cumarinas), que también pueden ejercer efectos negativos sobre el consumo del forraje de G. sepium.

.- Evaluar aceptabilidades de estos mismas procedencias, familias dentro de procedencias e individuos en diferentes ecosistemas, con el fin de medir el efecto genético en dichos materiales, excluyendo así los factores fenotipo-ambiente.

.- Evaluar diferentes metodologías en la determinación de factores antinutricionales, para obtener así una mejor apreciación de los mismos.

VIII.- BIBLIOGRAFIA

- ALFARO, B. 1991. Evaluación del valor nutritivo de leguminosas no tradicionales. Tesis Lic. Zootecnista. Managua, Nicaragua, Universidad Centroamericana. p 71-73.
- ARGUELLO, R. 1981. Química y efectos nutricionales en el sorgo. *Labal (Nic.)* 2(4):9-12.
- ATTA-KRAH, A. SUMBERG, J. 1987. Studies with Gliricidia sepium for crop/livestock production system in West Africa. In Gliricidia sepium (JACQ.) Walp., Management and improvement, Proceeding of a workshop Turrialba, Costa Rica, 1981 Eds. D. Withington; N. Glover; J. Brewbaker. Hawaii. NFTA. p. 31-43
- BAGGIO, A.J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud, en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.
- BARRY, I.; REID, C. 1984. Nutritional effects attributable to condensed tannin, cyanogenic glycoside and oestrogenic compounds in New Zealand forages. In Forage legumes for energy-efficient animal production. Ed. R. Barnes,, New Zeland. p. 246-250
- 1988. Condensed tannins: Their role in ruminant protein and carbohydrate digestion and possible effects upon the rumen ecosystem In The role of protozoa and fungi in rumian Digestion. Eds. J. Nolan; R. Leng; D. Demeyer. Armidale Australia. p. 153-169
- BATE-SMITH, E. 1973. Tannins of herbaceous leguminosae. *Phytochemistry (G.B.)* 12: 1809-1812.
- BELIARD, C.A. 1984. Producción de biomasa de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud, en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda (tres, seis y nueve meses). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 97 p.
- BENAVIDES, J. 1983. Utilización de forrajes de origen arbóreo en la alimentación de rumiantes menores. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 11 p. (mimeografiado)
- BLAIR, G. 1990. The diversity and potencial values of shrubs and tree fodders. In Shrubs and tree fodders for farm animals, Proceeding of workshop Denpasar, Indonesia 1989. Ed. C. Devendra. Ottawa, Ontario, IDRC, p. 2-9

- BOREL, R. 1990. Aspectos críticos de la metodología de evaluación nutritiva de árboles y arbustos forrajeros. In Nutrición de rumiantes. Guía metodológica de investigación. Eds. M. Ruíz; A. Ruíz. San José, Costa Rica, ALPA/RISPAL. p. 21-32
- BREWBEEKER, J. 1986. Leguminous tree and shrubs, for Southeast Asia and the South Pacific. In Forage in Southeast Asia and South Pacific Agriculture, Proceeding of an international Workshop, Cisarua, Indonesia 1985. Eds. G. Blair; D. Ivory; T. Evans. Canberra, Australia, ACIAR. p. 43-50. (ACIAR Proceeding nº 12)
- BUMATAY, E.; ESCALADA, R.; BUANTE, C. 1987. Preliminary study on the Gliricidia sepium, (JACQ.) Walp. germoplasm colección In Visca. In Gliricidia sepium (JACQ.) Walp. Management. and improvement. Proceeding of a workshop, Turrialba, Costa Rica, 1987. Eds. D. Withington; N. Glover; J. Brewbaker. Hawaii, NFTA. p. 162-167
- CAMACHO, P. 1981. Ensayos de adaptabilidad y rendimientos de especies forestales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica, ITCR-MAG. 287 p.
- CAMACHO, Y. 1991. Comportamiento de procedencias y familias de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. a los 12 meses de edad en condiciones del trópico húmedo de Costa Rica, Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 95 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas en el proyecto de sistemas de producción animal, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 80 p.
- CHADHOKAR, P. A. 1982. Gliricidia maculata una leguminosa forrajera prometedora. Revista Mundial de zootecnia (Italia) 44:36-43.
- CHEEKE, P.; RAHARJO, Y. 1987. Evaluation of Gliricidia sepium forage and leaf meal as feedstuffs for rabbits and chicken. In Gliricidia sepium (JACQ.) Walp., Management and improvement. Proceeding of a workshop, Turrialba, Costa Rica, 1987. Eds. D. Withington; N. Glover; J. Brewbaker. Hawaii, NFTA. p. 193-198
- DEVENDRA, C. 1990. The use of shrubs and tree fodders by ruminants. In Shrubs and tree fodders for farm animals; Proceeding of workshop, Denpasar. Indonesia, 1989. Ed. C. Devendra. Ottawa, Ontario, IDRC, p. 42-60
- DOMINGUEZ, A. 1973. Métodos de investigación fitoquímica. México, Limusa. p. 23-58

- ESPINOZA, J. 1984. Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de madero negro Gliricidia sepium y poró Erythrina poeppigiana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 90 p.
- FALVEY, F.J. 1982. Gliricidia maculata a review. The International Tree crops Journal (G.B.) p. 2:1-14
- FUENTE, B. DE LA, 1990. Estudios de aditivos y cinética del ensilaje de madero negro (Gliricidia sepium). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 97 p.
- GLOVER, N. 1986. Collection, conservation and evaluation of Gliricidia sepium (Jacq.) Steud germoplasm. Tesis Mag. Sc. Hawaii, Hawaii University. 77 p.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Handbook nº.379. 20 p.
- GONZALEZ, M.R. 1982. Maderas de Costa Rica, Algunas características. San José, Costa Rica, DGF-MAG. 27 p. (Informe divulgativo nº 20)
- HEGARTY, M.; LOWRY, J.; TANDENDJAJA, B. 1986. Toxins in forages. In Forage in Southeast Asia and South Pacific agriculture, Proceeding of an international workshop, Cisarua, Indonesia, 1985. Eds. G. Blair; D. Ivory; T Evans. Canberra, Australia, ACIAR. p. 128-132. (ACIAR Proceedings nº 12)
- HOLDRIDGE, L.R. ; POVEDA, L.J. 1975. Arboles de Costa Rica. Palmas, otras monocotiledoneas arbóreas y árboles con hojas compuestas o lobuladas. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. nº 1, 372 p.
- HUGHES, C. 1987. Ensayo internacional de procedencias de Gliricidia sepium. Procedimiento del ensayo. Oxford, Oxford Forestry Institute. 38 p.
- IVORY, D. A. 1990. Major characteristics, agronomics features, and nutritional values of shrubs and tree fodders. In Shrubs and tree fodders for farm animals; Proceeding of a workshop, Denpasar, Indonesia, 1989. Ed. C. Devendra, Ottawa, Ontario, IDRC. p. 22-40
- JON LLAP, R.; CAMACHO, Y.; VIQUEZ, E.; SANCHEZ, G. 1990. Comportamiento Juvenil de procedencias y familias de G. sepium de la región de origen. Chasqui(C.R.) Nº 22:7-13.
- JONES, W., BROADHURST, R.; LITTLETON, J. 1976. The condensed tannins of pasture legume species. Phytochemistry (G.B.). 15: 1407-1409.
- KASS, M.; RODRIGUEZ, G. 1986. Métodos de análisis rutinarios del laboratorio de producción animal, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p. (Mimeografiado)

- KASS, M.; RODRIGUEZ, G. 1987. Preliminary Studies on silage makin from Gliricidia sepium (Madero Negro). In Gliricidia sepium (JACQ.) Walp., Management and improvement, Proceeding of a workshop, Turrialba, Costa Rica. 1987. Eds. D. Withington; N. Glover; J. Brewbaker. Hawaii, NFTA. p. 201-204
- 1991. Métodos de sacado y determiación de la composición química de plantas forrajeras. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (Comunicación Personal)
- LAZIER, J.; GETAHUN, A.; VELEZ, M. 1982. The integration of livestock production in agroforestry. In Agroforestry in the African Humid Tropics; proceedings of a workshop, Ibadan, Nigeria, 1981. Ed. L. Mac Donald. Tokio, UNU p. 84-88
- MENDIETA, M. 1989. Caracterización de la composición química de procedencias y familias de Gliricidia sepium (Jacq.) Walp, de México, América Central y Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 75 p.
- MICHAELIS, C.; VANEGAS, O. 1986. Las leguminosas forrajeras de Nicaragua. Managua, Nicaragua, Universidad Centroamericana. p. 92-93
- MOLE, S.; WATERMAN, P. 1987. Tannins as antifeedants to mammalian herbivores still an open question?. In American Chemical Society. G. Waller, Ed. nº 15.
- US. NATIONAL ACADEMIC OF SCIENCE. 1980. Firewood crops: shrubs and tree species for energy production. Washington, D.C. p. 37-51
- NGRAM, A. T. 1990. Shrubs and tree fodders in farm system in Asia. In Shrubs and tree fodders for farm animals; Proceeding of workshop, Denpasar. Indonesia, 1989 Ed. C. Devendra. Ottawa, Ont., Can., ILRC. p.
- NITROGEN FIXING TREE ASSOCIATION, 1989. Gliricidia production and use. Ed. N. GLOVER. Waimanalo, Hawaii. 44 p.
- OAKES, A.J.; SKOR, O. 1962. Some woody legumes as forage for the dry tropics. Tropical Agriculture (Trinidad) 39(4):281-287.
- PEZO, D. 1981 La calidad nutritiva de los forrajes. In Producción y utilización de forrajes en el trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 70-103
- PICHARD, G.; REATEGUI, K.; CAMPOS, R. 1989. Composición química y degradación ruminal de tejidos obtenidos de arbustos forrajeros presente en la pastura natural. s.l., Mediterranea. 19 p.

- REED, J.; HORVATH, P.; ALLEN, M.; VAN SOEST, P. 1985. Gravimetric determination of soluble phenolics including tannins from leaves by precipitation with trivalent ytterbium. *Journal of the Science of Food and Agriculture (G.B.)* 36: 225-261.
- RICE, E. L. 1984. *Allelopathy*, 2 ed. New York, Academic Press. p. 275-287
- RODRIGUEZ, Z.; BENAVIDES, J.; CHAVES, C.; SANCHEZ, G. 1987. Producción de leche de cabras estabuladas alimentadas con follaje de madero negro (*Gliricidia sepium*) y de poró (*E. poeppigiana*) y suplementadas con platano pelipita (*Musa sp. cv Pelipita*). In *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: Management and improvement. Proceeding of a workshop, Turrialba, Costa Rica, 1987. Eds. D. Withington; N. Glover; J. Brewbaker. Hawaii, NFTA. p. 211-213.
- ROIG, C.A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales en el ecosistema de bosque tropical lluvioso en Costa Rica (Guápiles, Costa Rica). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 179 p.
- ROSENTHAL, G. 1986. The chemical defense of higher plants. *Scientific American (EE.UU.)* 254(1): 76-81.
- SANCHEZ, G.; PAYNE, L. 1987. Estudio de las prácticas culturales y usos de *Gliricidia sepium* por los agricultores en Costa Rica. In *Gliricidia sepium* (JACQ.) Walp., Management and improvement. Proceeding of a workshop, Turrialba, Costa Rica, 1987. Eds. D. Withington; N. Glover; J. Brewbaker. Hawaii, NFTA. p. 8-13.
- SOLANO, R.A. 1982. Efecto de diferentes dosis de P_2O_5 y frecuencias de corte sobre la producción de leña verde de madre cacao (*Gliricidia sepium*). Guatemala. 6 p. (mimeografiado)
- VALERIO, S. 1990. Efecto del manejo de las muestras y método de análisis sobre los estimados de taninos y su relación con la digestibilidad de algunos forrajes tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE (en preparación)
- VAN SOEST, P. 1985. Nutritional ecology of the ruminants. Oregon, O & B Books. 382 p.
- VAN SOEST, P.; ROBERTSON, J. 1979. System of analysis for evaluating fibrous feeds. In *Standardization of analytical methodology for feeds*. Proceeding of a workshop, Ottawa, Canada, 1979. Eds. W. Pigden; C. Balch; M. Graham, Ottawa 46-60 p.

- VARGAS, H.; PABLO, G.; ELVIRA, S. 1987. Composición química, digestibilidad y consumo de leucaena (Leucaena leucocephala), madre de cacao (Gliricidia sepium) y caulote (Guazuma ulmifolia). In Gliricidia sepium (JACQ.) Walp., Management and improvement; Proceeding of a workshop, Turrialba, Costa Rica, 1987. Eds. D. Withington; N. Glover; J. Brewbaker. Hawaii, NFTA. p. 217-222.
- WIERSUM, F.; DIRDJOSOMARTO, S. 1987. Past and current With Gliricidia in Asia. In Gliricidia sepium (JACQ.) Walp., Management and improvement, Proceeding of a workshop, Turrialba, Costa Rica, 1987. Eds. D. Withington; N. Glover; J. Brewbaker. Hawaii, NFTA. p.20-28.

IX. -ANEXOS

A 1.- Nombres comunes de Gliricidia sepium.

PAIS	NOMBRE COMUN
Costa Rica	Madero negro, madre de cacao
Cuba	Piñon amoroso, piñon florecido, bien vestido, piñon violento, desnudo florecido
Filipinas	Kakawati, marikakau, caconte
El Salvador	Palo de hierro, cacahuanance, padilla, madre de cacao
Guatemala	Madre de cacao
Guyana Inglesa	Quick-stick
Guadalupe	Gliceridia, gliricidia, madre de cacao, cacagua
Honduras	Madero negro, madriado
Indias Occidentales	Yerba di tonka, mataratón ratonera
Indonesia	Kihujan, gamal
India	Glyricidia
Islas Virgenes	Pea-tree
Jamaica	Quick-stick, St.Vincent plum
México	Cacahuanancehe, cocoite, sayab
Nicaragua	Madriado, madre de cacao, madero negro, madero colorado
Panamá	Bala, balo, madera negra
Puerto Rico	Madre de cacao
Republica Dominicana	Piñon cubano, palo de parque
Trinidad	Nicaragua cacao-shade, madura

Fuente Mendieta, 1989.

A 2.- Contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de diferentes fuentes de forrajes usadas para ruminantes menores en el CATIE.

Tipos de forrajes	% MS	% PC
Forraje arbóreos		
Erythrina poepigiana	23.4	25.4
Erythrina berteroana	27.8	24.3
Gliricidia sepium	35.9	24.8
Otros follajes		
Manihot esculenta	27.9	15.8
Musa sp. var pelipita	22.2	13.5
Canavalia ensiformis	25.8	18.7
Dolichos lablab	20.4	20.2
Pastos		
Guinea (<i>Panicum maximum</i>)	19.5	10.7
King grass (<i>Pennisetum purpureum</i>)	16.7	10.9
Fuentes energéticas		
Concentrado	90.7	18.9
Banano verde (musa sp. var. Cavendish)	20.8	4.5
Yuca (raíz)	36.8	1.3
Ñame (<i>Dioscorea alata</i>)	30.6	5.9

Fuente Benavides et al, 1980.

Sapindum

Nº Proc.	Localidad	País	*Lat. N	*Lon W	*Alt	*PP(mm)	*T°C	*ZV(H)
16-84	Vado Hondo	Guatemala	14°44'	89°30'	450-500	877	25.6	BHST
	Chiquimula							
25-84	Masaquara	Honduras	14°16'	87°58'	825	1103	25.4	BST
	Intibuca							
01-82	Cañas,	Costa	10°30'	85°08'	100	1774	27.0	BST
	Guanacaste	Rica						
00-81	La Garita	Costa	09°05'	84°02'	500	1956	21.4	BHT
	Cebadilla	Rica						
	Aisjuela							

Fuente Canacho, 1989.

a: Latitud Norte

b: Longitud Oeste

c: Altitud msnm

d: Precipitación (promedio anual) en mm

e: temperatura °C

f: Zona de Vida según Holdridge.

A 4. Tabla de toma de datos de forraje de G. sepium ofrecido y rechazado por ovinos, CALIE, 1991.

Nº animal	Fecha		Fecha		Fecha	
	Fofre	Frech	Fofre	Frech	Fofre	Frech
26						
3						
45						
132						
154						
158						
141						
147						
178						
199						
207						
208						
212						
221						
223						
224						
303						
315						
362						
363						

OBSERVACIONES:

A 5.- Tablas de toma de peso de animales en ensayo de aceptabilidad, CATIE, 1991.

1 Nº animal	2 Peso071190	Peso221190	Peso071290	Peso221290

1 se deberá poner el numero del animal o la identidad del mismo

2 Los dos primeros números corresponden al día, los siguientes al mes y los dos últimos al año

A 6.- Procedimiento para la cuantificación de Taninos solubles según método gravimétrico propuesto por Reed, et al, (1985) y Ligados en FDA.

Reactivos.

- 1.- Solución de acetona al 70% en agua: mezclar 700 ml de acetona con 300 ml de agua destilada.
- 2.- Acetato de Iterbio 0.1 M: disolver 4.22 g de acetato de iterbio tetrahidratado (3.698 de monohidrato de iterbio) en agua destilada. Añadir 3 gotas de ácido acético glacial, y llevar a 100 ml en frasco volumétrico.
- 3.- Trietanolamina 0.1 M: disolver 1.49 g de trietanolamina en 100 ml del reactivo de acetona al 70%
- 4.- Fibra Detergente Neutro (FDA).
- 5.- Solucion de Butanol (Butanol en solución al 5% de HCl).

Procedimiento.

Cuantificación de taninos solubles.

- 1.- Secar el material y moler a 1mm.
- 2.- Pesar 0.1 g y colocar en tubos de maceración de 20 ml.
- 3.- Extraer con solución de acetona, de la manera siguiente: añadir 3 ml de solución de acetona al tubo con la muestra y macerar por un minuto, decante la solución en un filtro de Goch, el cual deberá estar colocado en un embudo sobre un erlemeyer de 100 ml.

- 4.- Repita la misma operación por 4 veces más procurando que la última sirva para lavar los residuos en el tubo de maceración, todos los residuos deberán depositarse en el filtro Goch.
- 5.- Deje reposar hasta que todo el líquido se depositado en el erlemeyer de 100 ml.
- 6.- Adicione 2 ml de solución de iterbio 0.1 M al extracto depositado en el erlemeyer.
- 7.- Agregue 15 ml de solución de trietanolamina a la misma solución (6).
- 8.- Sellar el erlemeyer y refrigerar de 12 a 24 hrs.
- 9.- Pesar un papel filtro de 9 cm (Whatman Nº 40), para cada muestra y una capsula de porcelana.
- 10.- Filtrar al vacío usando el papel filtro pesado anteriormente, enjuagando con agua destilada y solución de acetona (50 ml) hasta que el lavado salga claro.
- 11.- Colocar el papel filtro en la capsula de porcelana y ponerlo a Secar el papel filtro más el precipitado por 3 horas y pesar.
- 12.- Poner a calcinar el papel filtro en la capsula por 3 hrs a 550 °C.
- 13.- Por diferencia se calcula como porcentaje del peso seco de la muestra.

Calculos:

$$\% \text{ Taninos Solubles} = \frac{((P_{\text{cap}} + P_{\text{ptado}} + F) - (F * MSF)) - (P_{\text{cap}} + \text{res})}{\text{totales} \quad (Muestra * MS)} * 100$$

donde :

P_{cap} = peso de la capsula en gr.

$P_{\text{ptdo}} + F$ = peso del papel filtro con el precipitado de
iterbio en gramos.

F = peso del filtro.

MS = Materia seca del filtro y de la muestra.

res = residuo obtenido en la calcinacion a 500 °C

Taninos Ligados a FDN.

- 1.- Tome el residuo depositado en el filtro de Goch y adicionele Fibra detergente neutro hasta la mitad.
- 2.- Coloquelo en un beker usado para la determinación de FDN adicione 50 ml de fibra al beker y deje cocer por 1 hr,
- 3.- pasado este tiempo filtre al vacio y deje secar la muestra a temperatura ambiente por 12 hrs.
- 4.- Pese 0.05 g de la muestra depositada en el filtro Goch y coloquelo en tubo de ensayo de 10 ml.
- 5.- Adicionele 5 ml de solución de butanol al 5% de HCl.
- 6.- Agite en Vortex cada uno de los tubos.
- 7.- Coloque los tubos debidamente tapados en baño maria por 1 hr.
- 8.- Enfriar los tubos.
- 9.- Realizar Lecturas de absorvancia en Spectrofotometro.
- 10.- Los datos se expresan en absqrbancias (AA₅₅₀/0.05mg)

A 7. DIVMS de material ofrecido y rechazado por ovinos
del forraje de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FAM	DIVMSOF	DIVMSRE	DIF.
1	48.050	43.7	4.301
2	47.025	48.6	-1.560
3	44.500	48.3	-3.773
4	48.025	42.2	5.857
5	44.650	45.5	-0.873
6	44.275	44.0	0.308
7	48.400	40.8	7.596
8	48.825	40.5	8.341
9	48.450	40.6	7.836
10	46.025	39.3	6.749
11	47.325	44.5	2.870
12	45.350	43.0	2.340
13	46.275	37.4	8.868
14	46.325	45.8	0.559
15	46.650	43.7	2.947
16	46.825	40.5	6.351

A 8. PC de material ofrecido y rechazado por ovinos
del forraje de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FAM	PROF	PRECH	DIF.
1	25.550	21.419	4.131
2	25.550	22.167	3.383
3	23.950	22.207	1.743
4	24.925	22.754	2.171
5	25.475	22.413	3.062
6	24.575	19.922	4.653
7	25.850	20.358	5.492
8	25.375	25.992	-0.617
9	26.175	25.364	0.811
10	24.200	24.312	-0.112
11	24.650	23.179	1.471
12	24.325	19.492	4.833
13	26.825	25.459	1.366
14	24.975	21.518	3.457
15	25.350	24.090	1.260
16	25.325	20.941	4.384

A 9. FDN de material ofrecido y rechazado por ovinos
del forraje de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FAM	FDNOF	FDNRE	DIF.
1	52.854	48.750	4.104
2	54.609	50.880	3.729
3	55.925	48.466	7.459
4	55.953	52.091	3.862
5	54.246	47.874	6.372
6	58.641	48.235	10.406
7	54.510	49.608	4.902
8	54.379	47.636	6.743
9	53.925	48.493	5.432
10	53.298	49.721	3.577
11	55.335	49.771	5.564
12	55.217	49.397	5.820
13	56.094	49.440	6.654
14	54.632	46.358	8.274
15	54.974	47.133	7.841
16	57.759	48.902	8.857

A 10. FDA de material ofrecido y rechazado por ovinos
del forraje de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FAM	FDAOF	FDARE	DIF.
1	37.169	39.057	-1.888
2	34.966	39.482	-4.516
3	35.496	35.594	-0.098
4	34.062	43.235	-9.173
5	37.429	39.127	-1.698
6	37.671	40.935	-3.264
7	33.612	41.542	-7.930
8	33.741	36.268	-2.527
9	33.320	34.726	-1.406
10	33.293	37.984	-4.691
11	33.825	39.449	-5.624
12	34.653	42.325	-7.672
13	35.857	43.346	-7.489
14	34.860	36.554	-1.694
15	34.679	36.923	-2.244
16	35.252	41.998	-6.746

A 11. PL de material ofrecido y rechazado por ovinos
del forraje de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FAM	PLOF	PLRE	DIF.
1	15.350	12.949	2.401
2	15.250	11.990	3.260
3	15.350	12.071	3.279
4	15.375	13.720	1.655
5	16.175	14.957	1.218
6	16.000	13.612	2.388
7	16.000	11.481	4.519
8	16.550	15.496	1.054
9	15.425	15.346	0.079
10	16.200	14.936	1.264
11	15.625	13.903	1.722
12	15.475	10.843	4.632
13	16.300	14.118	2.182
14	16.525	14.715	1.810
15	15.575	15.809	-0.234
16	15.675	13.149	2.526

A 12. Lignina de material ofrecido y rechazado por
ovinos del forraje de familias de G. sepium,
CATIE, 1991.

FAM	LIGOF	LIGRE	DIF.
1	4.051	1.842	2.209
2	2.773	1.919	0.854
3	3.390	1.981	1.409
4	2.634	1.284	1.350
5	2.161	0.733	1.428
6	2.708	0.664	2.044
7	3.078	0.582	2.496
8	3.752	0.868	2.884
9	3.376	1.256	2.120
10	2.578	1.589	0.989
11	2.975	0.970	2.005
12	2.281	1.219	1.062
13	2.096	1.151	0.945
14	2.246	1.820	0.426
15	2.170	1.472	0.698
16	1.554	1.546	0.008

A 13. Celulosa de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de familias de G. sepium, CATIE, 1991.

FAM	CELOF	CELRE	DIF.
1	12.750	14.229	-1.479
2	12.000	15.941	-3.941
3	12.750	20.426	-7.676
4	15.000	8.701	6.299
5	16.500	13.034	3.466
6	13.750	10.678	3.072
7	11.750	11.334	0.416
8	11.000	13.603	-2.603
9	11.500	13.386	-1.886
10	13.250	18.354	-5.104
11	14.250	14.346	-0.096
12	15.750	20.126	-4.376
13	16.750	21.913	-5.163
14	16.000	17.417	-1.417
15	14.500	18.378	-3.878
16	18.000	18.515	-0.515

A 14. DIVMS de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de G. sepium, CATIE, 1991.

IND.	DIVOF	DIVRE	DIF.
1193	60.3	57.2	3.0
567	59.9	56.2	3.7
1555	59.3	60.3	-1.4
1771	57.0	56.0	1.0
736	58.5	49.4	9.1
1238	61.8	62.7	-0.9
24	59.3	59.0	0.4
867	59.3	49.4	9.9
1402	59.4	51.5	8.0
729	56.6	55.9	0.7
958	69.6	62.6	7.0
1571	64.8	56.6	8.2
1105	55.0	52.2	2.8
1248	60.0	59.0	1.0
1976	61.9	59.6	2.3
1180	61.8	60.1	1.8

A 15. PC de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de G. sepium, CATIE, 1991.

IND	PCOF	PCRE	DIF.
1193	29.3	26.9	2.4
567	29.5	27.0	2.5
1555	32.5	29.1	3.4
1771	27.0	27.8	-0.9
736	27.1	24.5	2.6
1238	28.3	27.1	1.2
24	25.7	26.9	-1.2
867	26.2	20.6	5.6
1402	28.9	24.0	4.9
729	26.4	27.0	-0.6
958	32.0	29.2	2.7
1571	30.7	25.4	5.3
1105	29.8	25.8	4.0
1248	27.2	29.3	-2.0
1976	29.5	30.1	-0.6
1180	26.3	26.0	0.3

A 16. FDN de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de G. sepium, CATIE, 1991.

IND.	FDNOF	FDNRE	IDF.
1193	44.6	45.5	-0.895
576	40.8	43.9	-3.092
1555	41.0	43.1	-2.101
1771	46.7	46.1	0.548
736	47.7	51.1	-3.386
1238	42.9	43.9	-0.928
24	44.1	41.2	2.865
867	46.3	49.1	-2.879
1402	42.7	50.2	-7.500
729	46.5	49.5	-3.061
958	39.8	41.7	-1.902
1571	42.1	45.4	-3.301
1105	47.5	48.0	-0.565
1248	44.1	44.2	-0.089
1976	41.3	43.4	-2.135
1180	42.5	42.5	-0.024

A 17. FDA de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de G. sepium, CATIE, 1991.

IND.	FDAOF	FDARE	DIF.
1193	23.8	29.0	-5.2
567	24.8	24.9	-0.1
1555	25.2	28.0	-2.8
1771	30.0	23.5	6.5
736	26.1	31.0	-4.9
1238	24.6	21.0	3.5
24	22.7	23.3	-0.6
867	27.2	28.7	-1.5
1402	27.2	34.2	-7.0
729	26.6	30.4	-3.8
958	21.3	22.0	-0.7
1571	23.4	26.5	-3.1
1105	29.9	23.9	6.0
1248	24.3	21.9	2.4
1976	19.9	19.3	0.5
1180	22.9	24.3	-1.4

A 18. PL de material ofrecido y rechazado por ovinos del forraje de individuos de G. sepium, CATIE, 1991.

IND.	PLOF	PLRE	DIF.
1193	14.73	12.42	2.31
567	15.19	14.11	1.08
1555	14.68	13.65	1.02
1771	15.34	16.02	-0.68
736	11.38	15.77	-4.39
1238	14.48	14.44	0.03
24	15.61	13.45	2.16
867	13.75	10.77	2.98
1402	15.43	12.20	3.24
729	15.68	12.23	3.45
958	16.07	13.34	2.73
1571	16.12	14.05	2.07
1105	15.92	16.78	-0.86
1248	13.03	14.80	-1.77
1976	14.34	14.26	0.08
1180	13.86	13.17	0.69

A 19. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la DIVMS de la biomasa comestible de familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

Procedencia	Familia	Promedios \pm STD.
Honduras	25-84-05	48.825(\pm 7.94) a
Alajuela	00-84-09	48.450(\pm 10.8) a
Guatemala	16-84-13	48.400(\pm 5.59) a
Guatemala	16-84-02	48.050(\pm 7.88) a
Honduras	25-84-06	48.025(\pm 7.76) a
Guatemala	16-84-09	47.325(\pm 10.7) a
Alajuela	00-84-03	47.025(\pm 9.38) a
Cañas	00-82-10	46.825(\pm 7.69) a
Guatemala	16-84-03	46.650(\pm 9.98) a
Honduras	25-84-04	46.325(\pm 10.6) a
Cañas	00-82-01	46.275(\pm 7.49) a
Honduras	25-84-09	46.025(\pm 5.01) a
Honduras	25-84-16	45.350(\pm 9.92) a
Guatemala	16-84-06	44.650(\pm 11.4) a
Honduras	25-84-01	44.500(\pm 8.46) a
Alajuela	00-84-01	44.275(\pm 10.1) a

Letras iguales no difieren significativamente.

A 20. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la FDN de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

Procedencia	Familia	Promedios \pm STD.
Alajuela	00-84-01	58.641(\pm 8.26) a
Cañas	00-82-10	57.759(\pm 5.06) a
Cañas	00-82-01	56.094(\pm 6.11) a
Honduras	25-84-06	55.953(\pm 5.25) a
Honduras	25-84-01	55.925(\pm 6.70) a
Guatemala	16-84-09	55.335(\pm 8.67) a
Honduras	25-84-16	55.217(\pm 7.14) a
Guatemala	16-84-03	54.974(\pm 5.28) a
Honduras	25-84-04	54.632(\pm 5.62) a
Alajuela	00-84-03	54.609(\pm 5.18) a
Guatemala	16-84-13	54.510(\pm 3.89) a
Honduras	25-84-05	54.379(\pm 7.88) a
Guatemala	16-84-06	54.246(\pm 9.22) a
Alajuela	00-84-09	53.925(\pm 5.50) a
Honduras	25-84-09	53.298(\pm 6.36) a
Guatemala	16-84-02	52.854(\pm 6.20) a

Letras iguales no difieren significativamente.

A 21. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan para la FDA de la biomasa comestible de procedencias y familias dentro de procedencias de G. sepium, CATIE, 1991.

Procedencia	Familia	Promedios \pm STD.
Alajuela	00-84-01	37.671(\pm 8.46) a
Guatemala	16-84-06	37.429(\pm 9.41) a
Guatemala	16-84-02	37.169(\pm 5.07) a
Cañas	00-82-01	35.857(\pm 9.19) a
Honduras	25-84-01	35.496(\pm 8.40) a
Cañas	00-82-10	35.252(\pm 7.11) a
Alajuela	00-84-03	34.966(\pm 7.60) a
Honduras	25-84-04	34.860(\pm 7.00) a
Guatemala	16-84-03	34.679(\pm 8.39) a
Honduras	25-84-16	34.653(\pm 8.27) a
Honduras	25-84-06	34.062(\pm 7.46) a
Guatemala	16-84-09	33.825(\pm 9.01) a
Honduras	25-84-05	33.741(\pm 7.25) a
Guatemala	16-84-13	33.612(\pm 4.09) a
Alajuela	00-84-09	33.320(\pm 7.46) a
Honduras	25-84-09	33.293(\pm 7.88) a

Letras iguales no difieren significativamente.