

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Ciencia Animal

## TESIS

Composición Química y Digestibilidad in situ de los pastos  
Angleton [*Dichantium aristatum*, Poir.], Colonial [*Panicum  
maximum*, Jacq.] y Taiwan [*Pennisetum purpureum*, Schum.].

POR

*Eskander Ramón Salty Matamoros*

*Juan Bautista Sieszar Alvarez*

Managua, Nicaragua

1992

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

Composición Química y Digestibilidad in situ de los pastos  
Angleton (Dichantium aristatum, Poir.), Colonial (Panicum  
maximum, Jacq.) y Taiwan (Pennisetum purpureum, Schum.).

POR

ESKANDER RAMON SALTY MATAMOROS

JUAN BAUTISTA SIEZAR ALVAREZ

Managua, Nicaragua

1992

U N I V E R S I D A D   N A C I O N A L   A G R A R I A

F A C U L T A D   D E   C I E N C I A   A N I M A L

Composición Química y Digestibilidad in situ de los pastos  
Angleton (*Dichantium aristatum*, Poir.), Colonial (*Panicum  
maximum*, Jacq.) y Taiwan (*Pennisetum purpureum*, Schum.).

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico  
Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad  
Nacional Agraria, para optar al grado de

INGENIERO AGRONOMO

P O R

ESKANDER RAMON SALTY MATAMOROS

JUAN BAUTISTA SIEZAR ALVAREZ

Managua, Nicaragua

1992

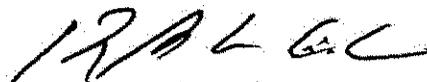
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por el Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Comité Académico del Estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO

COMITE ACADEMICO:



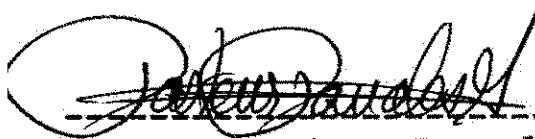
Ing. Fernando Londoño.  
Asesor.



Ing. Roberto Blandino.  
Miembro del Comité



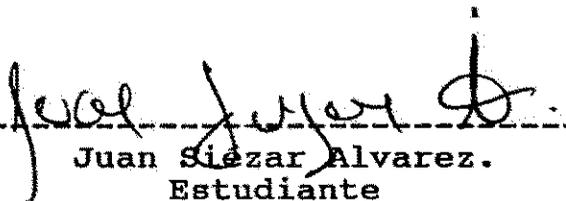
Ing. Arkángel Abaunza A.  
Miembro del Comité



Ing. Pasteur Parrales.  
Miembro del Comité



Eskander Salty Matamoros.  
Estudiante



Juan Sández Alvarez.  
Estudiante

## DEDICATORIA

Dedico el presente escrito de tesis:

- A mi madre Dora Matamoros Alvarado, que me ha sabido guiar y apoyar a lo largo de mi vida estudiantil y en mi formación como individuo.
  
- A mis hermanas Johanna Salty Matamoros y Georgina Hernández Matamoros.
  
- A mi abuela Leonor Alvarado Alvarez (q.e.p.d.).

Eskander Ramón Salty Matamoros

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo

- A mis padres Pedro Siézar y Socorro Alvarez.
- A mis hermanos María de los Angeles, Pedro y Mauricio Siézar Alvarez.
- A mi esposa Anthonyetta Somarriba.

Juan Bautista Siézar Alvarez

## AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero reconocimiento a las personas que de una u otra forma contribuyeron con la conclusión de este trabajo investigativo.

- Licenciados Carlos Hill Alvarez y Bayardo Alfaro Padilla, Ingeniero Carlos Ruiz Fonseca, catedráticos de la Universidad Centroamericana (UCA), que sin su asesoría y apoyo bibliográfico no hubiese sido posible la finalización del presente estudio.
- Ingenieros Tito Fariñas Solís, Martín Mena Urbina, José Angel Oporta Téllez, Arkángel Abaunza Amador, del Programa Nacional de Pastos, por suministrarnos asesoría y material bibliográfico.
- Licenciada Damaris Mendieta Téllez, Responsable del Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Señora Socorro Reyna, Francisco Gallegos y Francisco Aburto, Responsables del ganado criollo Reyna, por permitirnos realizar el ensayo en la finca El Pino.
- Maritza Espinales Cardoza, Mireya Méndez y Katy Sánchez Bibliotecarias de la Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Ingeniero Francisco Martínez Solaris.
- Técnico en Computación Nelson Arguello Calderón.
- Tipógrafos Walter Berrios C. y Wilbur Berrios Cisneros.

## CONTENIDO

	Página
Resumen .....	vii
Lista de cuadros .....	ix
Lista de figuras .....	x
1.- Introducción .....	1
1.1.- Objetivos .....	4
2.- Revisión de Literatura .....	5
2.1.- Calidad de los pastos tropicales .....	6
2.2.- Características agroecológicas de los pastos Angleton, Colonial y Taiwan .....	10
2.3.- Composición de las paredes celulares .....	19
2.4.- Efecto de la lignina sobre la digestión de paredes celulares .....	20
2.5.- Degradabilidad de los pastos tropicales .....	21
2.6.- Digestibilidad .....	22
2.6.1.- Determinación .....	24
2.6.1.1.- Digestibilidad aparente .....	24
2.6.1.2.- Digestibilidad verdadera .....	25
2.6.2.- Factores que afectan la digestibilidad .....	25
2.6.2.1.- Composición química del pasto .....	25
2.6.2.2.- Nivel de ingestión .....	26
2.6.2.3.- Especie animal .....	27
2.6.2.4.- Tratamiento físico y químico .....	27
2.6.3.- Métodos para medir la digestibilidad .....	28
2.6.3.1.- Método <u>in vivo</u> .....	28
2.6.3.2.- Método <u>in vitro</u> .....	28
2.6.3.3.- Método <u>in situ</u> .....	29
3.- Materiales y Métodos .....	32
3.1.- Localización del ensayo .....	32
3.2.- Descripción del área .....	32
3.3.- Manejo de los animales en el ensayo .....	33
3.4.- Metodología .....	34
3.4.1.- Manejo de las muestras .....	34
3.4.2.- Procedimiento experimental .....	36
3.5.- Análisis estadístico .....	37
4.- Resultados y Discusión .....	38
4.1.- Degradación de Materia Seca .....	38
4.2.- Degradación de Proteína Bruta .....	45
5.- Conclusiones .....	51
6.- Recomendaciones .....	53
7.- Bibliografía .....	54
8.- Anexo .....	59

Salty, E.R.; Siézar, J.B. 1992. Composición Química y Digestibilidad in situ de los pastos Angleton (Dichantium aristatum, Poir.), Colonial (Panicum maximum, Jacq.) y Taiwan (Pennisetum purpureum, Schum). Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 68p.

Palabras claves : digestibilidad, materia seca, proteína bruta, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, Angleton, Colonial y Taiwan.

Composición Química y Digestibilidad in situ de los pastos Angleton (Dichantium aristatum, Poir.), Colonial (Panicum maximum, Jacq.) y Taiwan (Pennisetum purpureum, Schum.).

#### RESUMEN

Se determinó la digestibilidad de los pastos Angleton, Colonial y Taiwan mediante el método *in situ*, disponiendo para ello de tres novillos de la raza criolla Reyna cuya edad oscilaba entre 12 y 18 meses y con un peso promedio de 261 kg, los cuales estuvieron provistos de una fístula ruminal. El objetivo propuesto fue obtener y comparar los estimados cuantitativos relativos a la degradación ruminal a diferentes tiempos de incubación (24, 48 y 72 horas) tanto de materia seca como de proteína bruta.

Los pastos fueron cosechados a los 35 días después del rebrote y se analizaron químicamente según procedimientos de la A.O.A.C (1984) para materia seca (MS), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), fibra bruta (FB) y cenizas (C) (Weende), y según el método de Van Soest (CATIE, 1987) para fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), así como Hemicelulosa (HC).

Se incubaron 10 gr de las muestras de cada uno de los pastos en bolsas de nylon. Para analizar estadísticamente los valores de degradación obtenidos, se utilizaron análisis de varianza dentro de un DCA para determinar la significancia entre pastos en los tiempos medidos y prueba de rango múltiple de Duncan para comparar medias de los pastos dentro de cada tiempo, obteniéndose diferencias altamente significativas entre ellos ( $P < 0.01$ ), y al observar la separación de medias se manifestó la superioridad del Taiwan en todos los tiempos de incubación, sin embargo el Colonial, no presentó diferencias significativas con el Taiwan y el Angleton en el tiempo de 72 horas.

Se concluye como resultado de este estudio, que a una edad de rebrote de 35 días, el Taiwan es superior al Angleton y al Colonial en lo que respecta a solubilidad de materia seca y proteína bruta, al mismo tiempo el Colonial mostró superioridad ante el Angleton debido a su mayor solubilidad de materia seca. Las mayores degradaciones de materia seca se presentaron en el período de 0 a 24 horas de fermentación para los tres pastos; en cambio para proteína bruta ocurrieron para el Angleton y el Taiwan entre las 24 y 48 horas y para el Colonial entre 0 y 24 horas. En general, a través de la dinámica de digestión de los pastos se observó la influencia negativa que ejerce proporcionalmente a su contenido, la fracción de fibra (fibra neutro detergente y fibra ácido detergente).

## LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Análisis Proximal y de Van Soest de Pastos.....	38
2	Valores de degradación de materia seca a diferentes tiempos de incubación ruminal.....	40
3	Valores de degradación de proteína bruta a diferentes tiempos de incubación ruminal.....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Degradación de materia seca de los pastos Angleton, Colonial y Taiwan.....	41
2	Degradación de proteína bruta de los pastos Angleton, Colonial y Taiwan.....	47
3	Temperatura Rivas 1991.....	60
4	Precipitación Rivas 1991.....	61

## ANEXO

Cuadro No.		Página
1A	Temperatura y precipitación durante el año 1991. Estación Meteorológica de Rivas.....	59
2A	Análisis químico de suelo.....	62
3A	Proporciones degradadas por períodos.....	62
4A	Análisis de varianza para los tiempos de incubación ruminal (materia seca).....	63
5A	Análisis de varianza para los tiempos de incubación ruminal (proteína bruta).....	64
6A	Prueba de rango múltiple de Duncan para los tiempos de incubación (materia seca).....	65
7A	Prueba de rango múltiple de Duncan para los tiempos de incubación (proteína bruta).....	66
8A	Fraccionamiento químico de un forraje por la técnica de análisis proximal de Weende.....	67
9A	Fraccionamiento químico de un forraje por la técnica de pared celular o de Van Soest.....	68

## 1.- INTRODUCCION

La alimentación del ganado en Nicaragua como en el resto de países tropicales se basa casi exclusivamente en la utilización de gramíneas y forrajeras, las cuales son el recurso de mayor disponibilidad y más económico para éste propósito. Sin embargo, Hughes, et al (1980) mencionan que las especies forrajeras tropicales presentan limitantes tales como calidad nutricional relativamente pobre y baja digestibilidad, lo cual alcanza niveles alarmantes durante la época seca. Además se podría agregar a éste panorama, el efecto negativo que tiene el manejo inadecuado de las especies en explotación sobre los parámetros de producción y calidad de las pasturas, lo cual, aún cuando se llegara a contar con extensiones suficientes y animales adaptados a las condiciones tropicales, no permitiría hacer de la producción ganadera una actividad eficiente y rentable.

Uno de los aspectos más importantes en cuanto al aprovechamiento de los pastos es el relacionado con su rendimiento y porcentaje de utilización por el animal en pastoreo (Martin, 1981). Usualmente se cometen errores de implementación de tecnología basada en el régimen de pastoreo cuando no se consideran debidamente ambos factores.

La producción de un animal que consume pastos está determinada por la cantidad consumida, por los constituyentes ingeridos y por la eficiencia metabólica del animal (Barnes, 1973 citado por Ugarte, et al, 1983). Sin embargo, se debe considerar que no todos los pastos son utilizados con la misma eficiencia y aún más un mismo pasto presenta diferencias en cuanto a utilización se refiere. Estudios realizados indican que un valor de composición para una especie forrajera y los coeficientes de digestibilidad obtenidos de ellos no son aplicables a cualquier muestra de la misma especie.

Debido a lo anteriormente expuesto, el estudio de la calidad de los pastos se hace necesario en regiones donde son la única fuente de alimentación, lo cual ayudará a agricultores, productores y nutricionistas a utilizarlos adecuada y eficientemente; además debido a la escasez y el elevado precio de los concentrados en las áreas tropicales, es preciso el uso de pastos, fundamentado en pruebas de digestibilidad (Orskov, et al, 1980) como uno de los indicadores más utilizados para evaluar la calidad de los mismos.

El término digestibilidad es normalmente tomado para indicar que los nutrientes o sustancias afines son absorbidos del tracto digestivo una vez atacados por alguna enzima digestiva o desintegrados por la microflora (Crampton, 1962).

La digestibilidad, se obtiene a partir de estudios de la degradabilidad de los alimentos, ya que es muy fácil y rápido obtener un estimado cuantitativo de este último; una rutina muy sencilla y rápida para obtener la degradación, es la bolsa ruminal, ya que no se necesita mayor procedimiento que simplemente pesar.

El cálculo de la digestibilidad tiene gran importancia, mediante ella podemos conocer la calidad nutritiva específica que hace a un alimento mejor que otro (Cabrera, 1977). El análisis químico es el punto de partida para determinar el valor nutritivo de los alimentos, pero el valor de las sustancias ingeridas depende del provecho que de ellas puede obtener el cuerpo del animal y ello sólo es posible mediante el cálculo de la digestibilidad; este conocimiento permite el establecimiento de dietas más racionales que satisfagan plenamente las necesidades nutritivas de los animales, y nos reduzcan los costos en las explotaciones pecuarias.

En Nicaragua no existe trabajo alguno sobre el tema en estudio, es por ello que se pretende con éste aportar un mejor conocimiento sobre la dinámica de la degradación de pastos a partir de su calidad nutritiva.

## 1.1.- OBJETIVOS

### General

Obtener información básica sobre el aprovechamiento de nutrientes en base a la dinámica de degradación de los pastos Angleton, Colonial y Taiwan para mejorar los sistemas de alimentación de ganado basados en el uso de estas especies forrajeras.

### Específicos

Determinar la composición química de los pastos en mención mediante análisis proximal y fraccionamiento de fibra de Van Soest.

Determinar los valores de degradación ruminal de Materia Seca y Proteína Bruta contenida en esta, a diferentes tiempos de incubación (24, 48 y 72 horas).

Relacionar los datos de composición química de cada uno de los pastos en estudio con sus valores de degradación ruminal obtenidos.

Comparar los valores de degradación de los pastos Angleton, Colonial y Taiwan, cosechados a los 35 días de rebrote.

## 2.- REVISION DE LITERATURA

Es evidente que los rumiantes evolucionaron bajo regímenes de pastoreo y su sistema digestivo está adaptado para obtener energía del material vegetal. Es por ello que la producción animal por excelencia es en potreros, donde el animal es el que cosecha directamente el forraje.

Las praderas comúnmente se encuentran pobladas por gramíneas forrajeras. La familia de las gramíneas se divide en 28 tribus, agrupando 483 géneros e incluyendo 5,871 especies (Havard-Duclos, 1978), sin embargo, Clayton (1970) citado por Funes, et al (1979), y Mc Ilroy (1991) mencionan que actualmente se han clasificado 620 géneros y 10,000 especies. Algunas de ellas a causa de su plasticidad se han hecho cosmopolitas, pues el hombre las ha introducido a todos los continentes. Han sido ensayadas en condiciones ecológicas muy diversas e incluso se ha procedido a su selección e hibridización en estaciones experimentales. Por lo tanto, se encontrarán especies o variedades adaptadas a las condiciones del suelo o del clima en que se encuentran.

Otras son exclusivas de ciertas regiones o están adaptadas a condiciones extremas. De este modo, gracias a tales especies, es posible planificar la producción de forraje con

vistas a remediar las sequías prolongadas o a revalorizar determinados suelos salinos, aluminosos o poco fértiles.

### 2.1.- Calidad de los pastos tropicales.

La calidad de los pastos la define Ugarte, et al (1983) como el conocimiento y la relación existente entre las sustancias químicas, la digestibilidad y la producción de materia seca del pasto.

Esto responde principalmente a que la composición química nos brinda información sobre el contenido de los constituyentes químicos, la digestibilidad sugiere la utilización de alimentos por el animal y la producción de materia seca ofrece la cantidad de alimento disponible en determinadas condiciones.

El conocimiento de las sustancias químicas que integran el alimento es un factor que ha sido ampliamente estudiado (Herrera, 1982). En la actualidad se realizan serios esfuerzos en el perfeccionamiento de los sistemas de evaluación de la calidad de los pastos con el objetivo de obtener métodos rápidos, precisos, de bajo costo y con la posibilidad de efectuar un elevado número de determinaciones.

Entre los principales criterios de evaluación para los diferentes alimentos, las estimaciones de producción y la determinación de la composición química han sido usadas en

forma común, y las principales evaluaciones animales han consistido en las estimaciones de consumo voluntario y la digestibilidad; de tal modo que la composición química y la digestibilidad son base para los patrones de alimentación clásicos de los animales domésticos (Speers, 1976; Morrison, 1965; Mott, 1974; Church y Pond, 1977 citados por Alcocer, 1989).

Un factor importante tomado en cuenta en estas evaluaciones es el valor nutritivo de los pastos, que Mc Ilroy (1991) lo expone como uno de los componentes de la calidad de los mismos, y Ulyatt (1973) citado por Ugarte, et al (1983) lo define como la respuesta en producción de leche o carne por unidad de alimento consumido. Sin embargo, esta producción que puede alcanzar un animal cuando se alimenta con pasto estará determinada por las interacciones existentes entre los constituyentes del pasto, la microflora ruminal, el desarrollo fisiológico del animal y el ambiente condicionado en gran medida por el balance de nutrimentos y el consumo.

Mc Ilroy (1991) menciona que aunque la composición química de una especie herbácea es valiosa como guía de su valor nutritivo comparada con otros alimentos, deben efectuarse pruebas de alimentación con los animales a los que se destinen las herbáceas, relacionando los resultados de esas pruebas con los datos obtenidos mediante análisis químicos.

Uno de los factores más importantes que afectan la calidad del pasto es el estado de madurez (Besse, 1986; Ortega, 1987; Acosta, 1988). A medida que crece el forraje, desde la brotación de las yemas hasta la plena madurez, el contenido de proteínas va disminuyendo y el de celulosa bruta va aumentando. Esto determina una reducción gradual del valor nutritivo. Además, al ir madurando la planta, disminuye la digestibilidad de estos componentes debido a que se acumulan concentraciones crecientes de fibra lignificada en la armadura estructural. La maduración final, después del alargamiento del tallo y de la floración va acompañada de una mayor lignificación de la celulosa (Hughes, et al, 1980; Mc Ilroy, 1991).

Coward-Lord (1972) muestra el comportamiento de los componentes químicos de 10 forrajes tropicales cosechados en seis diferentes estados de madurez y la digestibilidad in vitro de materia seca, lo cual es presentado en el siguiente cuadro:

Día	DIVMS	FND%	FAD%	HC%	Lig%	Cel%	PC%	Si%
30	72.8	68.1	38.3	29.8	5.2	30.8	15.8	2.1
60	60.5	76.0	46.6	29.4	7.2	36.3	7.8	2.5
90	55.7	77.2	46.7	30.5	8.4	36.2	5.5	2.2
120	51.8	77.1	47.8	29.3	8.2	36.1	4.5	2.9
150	50.5	76.5	46.8	29.7	8.3	34.9	4.1	3.3
180	48.7	77.5	49.4	28.1	9.1	36.6	3.3	3.1

DIVMS : Digestibilidad in vitro de materia seca.

FND : Fibra Neutro Detergente.

FAD : Fibra Acido Detergente.

HC : Hemicelulosa.

Lig : Lignina.

Cel : Celulosa.

PC : Proteína cruda.

Si : Sílice.

Es muy importante encontrar el tiempo óptimo de cosecha para obtener la mayor cantidad de toneladas del Total de Nutrientes Digestibles y proteína así como materia seca. Los rendimientos de materia seca y valor nutritivo son optimizados cuando el pasto es cosechado en estado de prefloración (Acosta, 1988; Mc Ilroy, 1991). Asimismo, el animal es el mejor juez para determinar la calidad del forraje, lo que se demuestra con el consumo voluntario.

## 2.2.- Características agroecológicas de los pastos Angleton. Colonial y Taiwan.

### Angleton (Dichantium aristatum)

Pertenece a la subfamilia Panicoideae, tribu Andropogoneae (Funes, et al, 1979). Este pasto es originario de los trópicos del Viejo Continente, Africa Oriental y la India. Es una gramínea perenne, que se reproduce por semilla sexual y por tallos. Crece a muy buena altura en matojos rectos.

El Angleton tiene raíces profundas. Resiste el pisoteo del ganado y además invade los potreros, controlando de esta manera las malezas y otros pastos no deseables en las fincas. Los tallos pueden alcanzar hasta un metro de altura, son finos con gran cantidad de hojas. También resiste la alta humedad en el suelo, por lo que se considera como el pasto ideal para suelos pesados comúnmente conocidos como zonzocuite. Aguanta la sequía de 3 a 4 meses, cuando la sequía es muy larga, 5 a 7 meses, se seca y se vuelve leñoso; pero rebrota muy bien cuando llegan las lluvias.

El Angleton se produce bien desde el nivel del mar hasta los 2200 m de altura. Su mayor adaptación está entre los 600 y los 1800 m sobre el nivel del mar.

Crece bien en suelos francos y fértiles, en suelos franco-arcillosos con buen drenaje. Tolera los suelos arenosos no muy pobres. Prefiere suelos que tengan una acidez cerca de la neutralidad. No lo perjudican los suelos salinos.

Normalmente se propaga por semilla botánica, aunque si es necesario, la siembra puede hacerse con material vegetativo, utilizando pedazos de estolones. La siembra puede hacerse al voleo, en surcos o al espeque. En áreas mecanizables, una vez preparado el suelo, se puede sembrar al voleo o bien en surcos separados de 40 a 60 cm. La semilla se debe depositar a no más de 2 cm de profundidad. En la formación de potreros, normalmente se usan de 20 a 25 lbs de semilla botánica por manzana. Cuando se usa material vegetativo se recomiendan de 2 a 2.5 toneladas por manzana (MAG, 1991).

En condiciones normales de lluvia, el Angleton puede producir 65 toneladas de forraje verde por manzana por año. El rendimiento puede llegar a las 100 toneladas de forraje cuando se aplica riego al cultivo. En condiciones naturales, puede sostener de 1 a 1.5 unidades animales por manzana durante el invierno y 0.5 unidades animales en verano. Cuando se riega y fertiliza, la carga puede aumentar hasta 3 unidades animales por manzana.

El pastoreo puede iniciarse 8 meses después de la siembra, cuando el pasto ya está bien establecido. Cuando se siembra Angleton por primera vez, es aconsejable y conveniente dejarlo que produzca semilla antes de meter el ganado. En estas condiciones, el pasto empareja bien y enraiza mejor (CIAT, 1978). En la época lluviosa cuando se riega el pasto, el pastoreo se hace después de un período de recuperación de 36 a 42 días, cuando el pasto ha alcanzado de 40 a 50 cm de altura (MAG, 1991). El ganado se saca de los potreros cuando el pasto tiene 10 cm de altura.

La producción de semillas de este pasto es bastante deficiente, y bajo las condiciones de producción en nuestro país, sus valores oscilan entre 0.8 y 1 qq por manzana por corte, aunque estas cantidades podrían aumentar con buena humedad y fertilización y lograrse hasta 3 a 4 cortes por año.

Las semillas son aristadas, lo que dificulta las operaciones de limpieza, secado y aún la siembra por el amontonamiento de la masa de semillas, esto hace que la calidad de las mismas sea deficiente, lo cual es preocupante ya que en nuestro medio las semillas se comercializan sin garantías de calidad. El CIAT (1978) señala que la semilla aumenta su poder germinativo con el almacenamiento, entre un 10%, un mes después de cosechado y un 40%, seis meses después.

### Colonial (*Panicum maximum*)

Es una gramínea de porte erecto, macolladora; el género *Panicum* es originario de Africa, pero esta variedad fue desarrollada en Brasil. Se adapta a regiones tropicales y subtropicales, prospera en diferentes tipos de suelo, principalmente en los de buena humedad y fertilidad, más arenosos que arcillosos y que estén provistos de buen drenaje. Es resistente al fuego, satisfactoria resistencia al pisoteo, aguanta la sequía por varios meses, como también la sombra (MAG, s.f.).

La siembra puede hacerse por semilla o material vegetativo. Para sembrar mecánicamente se recomienda utilizar de 10 a 15 lbs por manzana de semilla, teniendo en cuenta la calidad de la misma. Cuando la siembra se realiza al voleo se pueden utilizar de 15 a 20 lb por manzana (MAG, s.f.). Cuando la siembra se realiza por material vegetativo, normalmente se efectúa un plantío en surcos de 15 a 20 cm de profundidad, espaciados 1 ó 1.5 m, gastándose 4 toneladas de material vegetativo por hectárea (Hadler, 1980). Sin embargo, es preciso que quede bien claro, que esa forma de plantío no debe ser recomendada, pues tiende a elevar sensiblemente los costos de formación, es una práctica más bien difícil y laboriosa, cuyo suceso pretendido no siempre es obtenido. Por otro lado, un plantío de semillas, es un proceso extremadamente fácil, rápido y eficiente.

El Colonial puede usarse tanto para corte como para pastoreo. Paravicini (1954) citado por De Alba en 1971, indica que el Colonial es la variedad más resistente de Panicum maximum y una vez establecido nunca desaparece. El sistema radicular del Colonial ha sido estudiado en detalle por Barrison, et al (1952) mencionados por De Alba (1971), encontrándose que llega a profundidades hasta de 4 m. Esta profundidad de raíz le permite resistir el sobrepastoreo en algunas tierras.

Como forma general de manejo, se recomienda en pastoreo continuo, mantenerlo a una altura constante de 40 cm, para esto debe tenerse en cuenta la época del año. El pastoreo debe iniciarse cuando el pasto alcance una altura de 80 cm, retirando los animales cuando alcance 40 cm para que pueda recuperarse satisfactoriamente. Para un mayor rendimiento de potreros, se aconseja el sistema de rotación de potreros, con un período de ocupación de 6 a 8 días y un descanso de 35 a 40 días (MAG, s.f.).

El Colonial forma un pasto denso bastante vigoroso, que en condiciones normales de precipitación en la región del Pacífico, específicamente puede producir de 40 a 50 toneladas de forraje verde por manzana por año.

La capacidad de carga estará en dependencia de las diferentes condiciones climáticas que se presenten en las distintas regiones. En aquellas regiones donde se registra un verano prolongado, se pueden mantener en verano 0.5 unidades animales por manzana. En cambio en aquellas regiones donde el período de invierno es más prolongado, y el verano menos severo, la capacidad de carga para el invierno se mantiene en 2.5 a 3 unidades por manzana y en verano hasta 1.5 unidades animales por manzana.

En cuanto a producción de semillas, el Colonial en condiciones del Pacífico es de 1 a 2.5 qq por manzana, esto en función del manejo y la fertilización que se le dé a los lotes de producción, pudiendo ser que en otras regiones estos rendimientos sean mayores o bien bajo condiciones de riego, ya que se obtendrán de 2 a 4 cosechas por año (MAG, s.f.). Hadler (1980) indica que la producción de semilla es alta una vez que el Colonial fructifica en abundancia y la cosecha es relativamente fácil de efectuar. El período mas indicado para proceder a la cosecha, está comprendido entre los 28 y 35 días después del inicio de la emergencias de las panículas, obteniendose así semilla con mayor valor cultural. La semilla alcanza su mayor poder de germinación en condiciones normales de almacenamiento a los 6-7 meses de ser cosechada, a partir de las cuales está en condiciones de ser tirada al campo.

**Taiwan (Pennisetum purpureum)**

En el trópico es la especie más popular como pasto de corte en todas sus variedades. Pertenece a la subfamilia Panicoideae, tribu Paniceae (Funes, et al, 1979).

Descubierta en Sudáfrica en 1908, esta planta se ha propagado por todo el mundo. se trata de una planta gramínea perenne de gran velocidad de rebrote, que en 15 días de crecimiento puede alcanzar hasta 1.7 m de altura, siempre que se encuentre en suelos de buena calidad y cuente con adecuada provisión de humedad. Tolera suelos ácidos o moderadamente alcalinos, pero no la presencia de sal. Prefiere las tierras húmedas pero no las pantanosas. Los rendimientos más elevados se obtienen en terrenos frescales, ligeramente arcillosos o arenosos (Havard-Duclos, 1978). Tolera bien la sequía y regularmente las inundaciones periódicas, pero no soporta las inundaciones largas (CIAT, 1978).

La producción aproximada de forraje verde por manzana y corte es de 15 a 20 toneladas, haciendo 8 cortes al año, en plantaciones bien establecidas, con adecuada humedad y fertilización (Rosales, 1968). Se ha evidenciado que la hierba Taiwan al igual que otras variedades, precisan de cortes con alturas que fluctúan entre 15 y 20 cm a fin de evitar el posible deterioro del pastizal; lo que contribuye por otra

parte a una mayor producción del área forrajera (Noste, 1979 citado por Zelaya, 1991).

El Taiwan puede usarse como forraje verde y para ensilaje. Cuando se ha empleado para pastoreo, tiende a desaparecer con el tiempo. Se debe ensilar cuando la planta alcanza una altura de 1 a 1.5 m. Se pica en trozos de 1 a 2.5 cm; de esta manera las cañas se mezclan bien con las hojas, dando como resultado una mejor compactación dentro del silo (Rosales, 1968).

El mejor modo de aprovechar el pasto Taiwan es utilizarlo como forraje verde, cuando tiene una altura de 1.2 m (Havard-Duclos, 1978). Sin embargo, Flores (1989) sugiere que el corte debe realizarse cuando tiene una altura de 0.8 a 1 m, además menciona que su contenido máximo de proteínas lo alcanza entre los 18 y 30 días.

El tiempo de recuperación es de 45 días, tiempo suficiente para que se repongan las hojas y para que se acumulen nuevas reservas alimenticias (Rosales, 1968). Para la reproducción futura debe dejarse una cepa de 24 cm del suelo, al efectuar el corte. Cuando se cosecha antes de los 45 días es preferible cortarlo más alto, ya que los tallos altos favorecen un rebrote rápido.

Se pueden alimentar hasta 8 animales en plantíos bien establecidos y manejados. Estos cálculos se basan en rendimientos de 15 a 20 toneladas por manzana. En cuanto a la digestibilidad, o sea a la calidad de la digestión, el CIAT (1978) encontró que el pasto Taiwan disminuye en digestión al aumentar la edad. Que los tallos fueron más digeribles que las hojas a las 3 y a las 6 semanas de intervalos de corte. La digestibilidad de los tallos se disminuyó de las 6 a las 9 semanas, por cuanto los tallos se volvieron leñosos y duros.

El CIAT (1978) comprobó que 1 m<sup>2</sup> de pasto Taiwan produce más de 6 kg de forraje verde por corte, cada 36 días, en suelos fértiles, clima y humedad apropiados. Es decir que, bajo fertilización, riego y clima adecuados, el Taiwan puede producir más de 60 toneladas de forraje verde por hectárea, a intervalos de 5 a 6 semanas durante todo el año.

El Taiwan se puede propagar por trozos de caña o pedazos de tallo floral (Hughes, et al, 1980). El material vegetativo de propagación (tallos) a utilizar debe estar maduro y provenir de plantaciones sanas.

### 2.3.- Composición de las paredes celulares.

El compuesto más importante de la pared celular es la celulosa (Esau, 1986), y constituye la porción más abundante y más insoluble de los polisacáridos que forman la fibra neutro detergente, estando disponible en un rango de 25 a 90 por ciento (Pigden y Heaney, 1969 citados por Oporta, 1973) y su contenido en las gramíneas oscila entre el 60 y 75 por ciento (FAO, 1978), sin embargo, Dearriba (1988) menciona un rango de 15 a 50 por ciento de la materia seca, mientras el coeficiente de digestibilidad varía del 30 al 80 por ciento.

Además de la celulosa, otros hidratos de carbono importantes entre los componentes de la pared celular son ciertos polisacáridos no celulósicos como hemicelulosas (Bonner, 1950 citado por Esau, 1986). Las hemicelulosas forman un grupo de hidratos de carbono complejos algo menos resistentes que la celulosa (Morrison, 1973). Los rumiantes las digieren en aproximadamente el mismo tiempo y la misma proporción que las celulosas, pero a veces la digestibilidad es inferior a la de estas. Pigden y Heaney (1969) citados por Oporta (1973) encontraron que las yerbas varían su contenido de hemicelulosas desde 6 hasta 40 por ciento, y su disponibilidad a la flora del rumen está generalmente en un rango de 45 a 90 por ciento.

#### 2.4.- Efecto de la lignina sobre la digestión de paredes celulares.

De Alba (1971) indica que la lignina es el constituyente principal de las paredes de la célula de material vegetal endurecida o que ha dejado de crecer. Es un compuesto complejo, principalmente hidrocarbonado, pero siempre se encuentra algo de nitrógeno en él, por esta razón no se le puede clasificar como hidrato de carbono.

Su estrecha asociación química y física con los polisacáridos de la pared celular, permite que esta actúe como una barrera para impedir la descomposición microbiológica de estos compuestos. Hacker y Minson (1981) mencionados por Alcocer (1989) señalan que la lignina tiene un efecto depresivo sobre la digestibilidad, debido a que las incrustaciones de lignina en la pared celular protegen a la celulosa y hemicelulosa de la digestión microbial.

El porcentaje de este compuesto en los pastos varía según la edad y especie, estando en un rango de un 2% en la hierba joven hasta un 15% en la madura (Dearriba, 1988). Constituye una de las partes más insolubles de la pared celular de las plantas y de una digestibilidad casi nula. Sin embargo, algunos autores señalan que una apreciable cantidad de lignina del alimento verde es digerida y que la digestibilidad disminuye con la maduración de la planta. Existe una gran

variabilidad sobre la digestibilidad de la lignina, reportándose valores tan extremos como 2% y 42%. Esta variabilidad puede ser atribuida a los métodos usados, al incompleto conocimiento de la estructura química de la lignina y a la diferencia en las características de la lignina de la dieta y de las heces.

#### 2.5.- Degradabilidad de pastos tropicales.

La degradabilidad de un alimento se podría definir como la capacidad de los microorganismos del rumen para reducir a compuestos más pequeños y simples un alimento de ciertas características (Orskov, et al, 1980).

Las bacterias del rumen están adaptadas para vivir en medios ácidos a pH entre el 5.5 y 7.0, en ausencia de oxígeno, a temperaturas de 39°C a 40°C y en presencia de concentraciones moderadas de productos de fermentación (Church, 1974a; Svendsen y Carter, 1987; Dearriba, 1988).

Dentro de las bacterias del rumen, el grupo de bacterias celulolíticas confieren al rumiante la capacidad de sobrevivir a base de forrajes fibrosos de baja calidad por lo que son microorganismos muy importantes en el proceso digestivo de los rumiantes. Bryant (1959) citado por Lewis (1970) señala las siguientes bacterias celulolíticas ruminales: *Bacteroides succinogenes*, *Butiryvibrio fibrosolvens*, *Ruminococcus*

flavefaciens, Ruminococcus albus y Cillobacterium cellulosolvens.

El rumiante digiere la celulosa pura casi en su totalidad . Las enzimas que se requieren para ello (celulasa, B-glucosidasa) provienen de los microorganismos del rumen y del intestino grueso (Piatkowski, 1982) quien además menciona a Bailey (1965) el cual observó que las pérdidas de celulosa en el rumen ocurren a las 3 horas de haber ingerido el alimento.

Según Waldo, et al (1972) citados por Piatkowski (1982) y Church (1974b) la digestión de la celulosa que contiene lignina ocurre como si la primera constara de dos componentes, uno potencialmente digerible, y otro no digerible. La porción no digerible de celulosa solo disminuye por el pasaje fuera del rumen, mientras que la potencialmente digerible desaparece del rumen tanto por pasaje como por digestión.

## 2.6.- Digestibilidad.

Las especies de forrajes que mantienen una alta digestibilidad por períodos largos durante la época de crecimiento son de un gran valor para la producción animal, que aquellos que tienen una digestibilidad alta en una época corta de crecimiento pero el porcentaje de la digestibilidad declina rápidamente. Van Soest (1975) citado por Alcocer (1989) sugiere que para obtener una digestibilidad de materia seca de

55 a 60 por ciento, es necesario que el forraje tenga 8.8 a 9.9 por ciento de proteína cruda; 65.2 a 63.2 por ciento de Fibra Detergente Neutra (FDN) y 40.8 a 38.2 por ciento de Fibra Detergente Acida (FDA).

Alcocer (1989) evaluó la degradabilidad de materia seca entre cinco pastos a diferentes tiempos de incubación, los pastos fueron tres tropicales: Guinea (Panicum maximum), Buffel (Cenchrus ciliaris) y Signal (Brachiaria decumbens), y dos de clima templado: Bayico (Lolium perenne) y paja de Cebada (Hordeum vulgare). Se utilizaron 4 toros cebú con fístula ruminal y un peso aproximado de 400 kg. Los tiempos considerados en la incubación ruminal fueron 6, 12, 24, 36, 48 y 96 horas, y obtuvo los siguientes resultados :

Tiempos de incubación (horas)

Especie	0	12	24	36	48	72	96	X
Guinea	19%	36%	53%	66%	69%	69%	71%	55%
Buffel	15	32	51	62	66	64	68	51
Signal	19	38	54	62	66	68	70	54
Bayico	25	44	59	65	68	70	74	58
Cebada	5	12	27	34	39	42	48	30

## 2.6.1.- Determinación.

### 2.6.1.1.- Digestibilidad aparente.

Una prueba de digestibilidad común asume que una vez tomadas las precauciones de observar un período preparatorio en el que el animal desaloja residuos de otros alimentos, y de acuerdo con la rapidez de paso, todo lo que aparece en las heces tiene su origen en el forraje comido (De Alba, 1971; Maynard, et al, 1981).

Bateman (1970) señala que la materia seca digerible es la porción de materia seca del alimento ingerido que no aparece en la heces. Se supone que lo que no aparece en las heces haya sido absorbido por el animal, lo que es más o menos válido, aunque sí varía de acuerdo con el tipo de animal y la clase de alimento. Crampton (1962) aporta a lo mencionado indicando que cuando esta fracción no recuperada se expresa como porcentaje de la ingesta, recibe el nombre de coeficiente de digestibilidad.

La utilidad de expresar la digestibilidad en porcentaje, radica precisamente en que facilita la comprensión de lo que ha ocurrido con el forraje al pasar por el aparato digestivo. Se asume que un alimento con 100% de digestibilidad, es aquel que desaparece por completo después de ingerido. Mientras más cerca se encuentra un coeficiente de 100, mayor es el valor alimenticio del alimento (De Alba, 1971).

### 2.6.1.2.- Digestibilidad verdadera.

La digestibilidad verdadera es la digestibilidad aparente menos los valores de compuestos de origen metabólico o endógeno. Mc Donald, et al (1979) mencionan que entre las principales sustancias aportadas por fuentes endógenas y excretadas o secretadas por la pared intestinal, y por lo tanto hacia las heces, se encuentran los compuestos nitrogenados, lípidos, carbohidratos y minerales.

Los coeficientes de digestibilidad verdadera son difíciles de obtener en la práctica, ya que la fracción de las heces que corresponde al alimento y la que corresponde al animal son en las mayoría de los casos indistinguibles (Boada, s.f.; Mc Donald, et al, 1979).

### 2.6.2.- Factores que afectan la digestibilidad.

#### 2.6.2.1.- Composición química del pasto.

La composición química de los pastos es afectada notablemente por el grado de maduración (Morrison, 1973). El coeficiente de digestibilidad disminuye cuando la celulosa del pasto aumenta. Ahora bien, los vegetales incrementan su contenido en celulosa al envejecer y, en consecuencia, con el tiempo serán cada vez menos digestibles y nutritivos (Besse, 1986). A medida que los pastos crecen, sus rendimientos aumentan así como la fibra cruda o bruta, la fibra total o Fibra Neutro Detergente y la lignocelulosa o Fibra Acido

Detergente, mientras que la proteína bruta y la digestibilidad declinan. El Método de detergente neutro para constituyentes de paredes celulares es un método rápido para la determinación de la fibra total en alimentos de origen vegetal (Van Soest y Wine, 1963 citados por Goering y Van Soest, 1970). El residuo Fibra Acido Detergente consiste de celulosa, lignina, cutina y ceniza insoluble en ácido (principalmente sílice). El sílice también ha sido mencionado como otro factor que como la lignina limita la digestibilidad de los constituyentes orgánicos estructurales debido a que forma parte de la pared celular.

#### **2.6.2.2.- Nivel de ingestión.**

Este es sin duda el factor de mayor importancia entre los que se encuentran comúnmente en determinaciones de digestibilidad. Diferentes investigaciones han demostrado que la cantidad de alimento consumido afecta su digestibilidad (Latt, 1966; Reid, Moe y Tyrrell, 1966; Robertson y Van Soest 1975 mencionados por Ortega, 1987), disminuyendo su aprovechamiento al aumentar el consumo. La causa por la que se reduce la digestibilidad del alimento al elevarse el consumo es que aumenta la velocidad de paso del alimento a través del tracto digestivo, con lo que se reduce el tiempo que está expuesto a la fermentación y a la acción enzimática, dando por resultado el que se digiere en menor proporción.

### 2.6.2.3.- Especie animal.

Para un mismo alimento, el coeficiente de digestibilidad varía con la especie que ingiere este (Besse, 1986). Así, los rumiantes aprovechan mejor que los cerdos y caballos los alimentos ricos en celulosa; las aves, especialmente, aprovechan mal estos alimentos.

El mismo autor menciona que el coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica presente en los forrajes groseros es del orden del 60 al 70 por ciento para los rumiantes. Con respecto a concentrados, Church (1976) citado por Ortega (1987) señala que los bovinos digieren mejor los forrajes que los concentrados, mientras que los ovinos digieren mejor los concentrados.

### 2.6.2.4.- Tratamiento físico y químico.

En lo que respecta al tratamiento físico, Besse (1986) indica que la molturación y granulación a forrajes disminuye la digestibilidad, ya que de este modo pasa por los estómagos con mayor rapidez, sin dar tiempo a la actuación correcta de la población microbiana. En el tratamiento químico se busca eliminar sustancias o depósitos en los forrajes, que reducen la digestibilidad de otros nutrientes (Ortega, 1987). Para esto se han utilizado sustancias como hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, urea, entre otros.

### 2.6.3.- Métodos para medir la digestibilidad.

#### 2.6.3.1.-Método in vivo.

La técnica in vivo consiste en medir directamente, con el animal, el efecto de la digestión en el pasto, es decir, la disolución o desaparición de una entidad determinada (Herrera, 1982).

#### 2.6.3.2.- Método in vitro.

Esta técnica consiste en reproducir en condiciones de laboratorio lo que sucede en el organismo animal durante el proceso de digestión. Así, las más difundidas son las de Tilley y Terry (1963) y Minson y McLeod (1972) referidos por Herrera (1982), que han presentado altas correlaciones con las determinaciones in vivo. Esta determinación agrupa dos variantes: aquellas que utilizan una o dos etapas de digestión (Ugarte, et al, 1983). Ambas tienen tres puntos en común: la utilización de la muestra, el uso de una solución tampón y el inóculo del rumen.

El sistema de Tilley y Terry es lo más utilizado para estimar la digestibilidad. El método consiste en dos etapas: digestión de 48 horas con microorganismos del rumen seguido por otra digestión de 24 horas con pepsina (pH2).

### 2.6.3.3.- Método in situ.

La técnica in situ consiste en colocar cierta cantidad de muestra dentro de una bolsa de fibra sintética (nylon o dacron), la que es totalmente resistente a la degradación microbiana, asegurándose que quede bien cerrada y colocándola en el rumen de animales fistulados por cierto período de tiempo (Mc Queen, et al, 1980 citados por Ruiz y Ruiz, 1990).

El uso moderno de la técnica según Hungate (1966) y Orskov, et al (1980) parece haberse iniciado con Quinn, et al (1938) con bolsas de seda conteniendo material de prueba suspendido en el rumen. Mc Anally (1942) usó esta técnica para estudiar la digestibilidad de la hemicelulosa de la paja de trigo en el rumen. Umezú, et al (1951) la utilizó para estudiar la digestibilidad de la celulosa.

El procedimiento de digestión in situ se ha practicado en diferentes especies animales. Al respecto, Nocek (1988) menciona las siguientes: vacas (Nocek y Grant, 1987; Nocek, Cummins y Polan, 1979), vaquillas (Uden y Van Soest, 1984), ovejas (Prigge, Baker y Vargas, 1984), cabras (Castle, 1956) y caballos (Koller, et al, 1978; Uden y Van Soest, 1982).

La técnica de la bolsa ruminal ha sido utilizada durante muchos años para estudiar la degradación de los forrajes (Fina, et al, 1958 citados por Orskov, et al, 1980). La sencillez de

la técnica así como la importancia del valor del material ensayado, hace que sea una herramienta útil, por lo que en la actualidad ha sido muy empleada para la medición de la degradabilidad de forrajes (Rodríguez, 1968 y 1968; Jordan, et al, 1981 y 1984; Alcocer, 1989; Alfaro, 1991).

Se conoce poco sobre la degradabilidad relativa de un amplio rango de forrajes y arbustos tropicales. La información sobre la degradabilidad de los diferentes forrajes, de la variación entre especies y variedades y el efecto de la madurez sobre la degradabilidad, ayudará a comprender mejor el valor potencial de los forrajes y su uso más eficiente (Orskov, et al, 1980).

Estos mismos autores citan a Balch y Campling (1962) quienes afirman que la tasa de digestión de los materiales celulósicos es un factor importante que influye sobre el consumo voluntario. Por lo tanto, es fundamental determinar si la tasa de digestión de la celulosa es normal para la fibra que está siendo evaluada, o si podrá mejorarse a través de la manipulación de la dieta. La técnica de la bolsa ruminal provee un elemento excelente para tales estudios.

Kempton (1980) indica que la técnica puede usarse en situaciones del campo para evaluar la digestibilidad del forraje consumido por animales en pastoreo. Las fuentes principales de variación asociadas con la medición de degradabilidad son entre dietas y entre animales; las variaciones entre animales pueden reducirse suficientemente al replicarse las mediciones en por lo menos tres animales.

### 3.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1.- Localización del ensayo.

Este estudio se llevó a efecto en la finca El Pino situada en la zona del Pacífico Sur del país, en el departamento de Rivas, entre las coordenadas 11°26' latitud Norte y 85°50' longitud Oeste, a una altura de 70 m sobre el nivel del mar.

Los datos metereológicos que se presentaron para el año 1991 en que se realizó el ensayo fueron como promedio, en temperatura de 26.9°C, precipitación pluvial de 1042.7 mm y una humedad relativa de 81%.

#### 3.2.- Descripción del área.

La finca tiene una extensión de 135 manzanas en la cual se encuentra en explotación la raza criolla Reyna, la cual es de doble propósito (carne y leche). Esta raza fue creada como tal por el Señor Joaquín Reyna, ya fallecido.

La superficie de la finca está distribuida de la siguiente manera: 90 manzanas son dedicadas a cultivos agrícolas, principalmente caña de azúcar, y 45 manzanas para producción pecuaria. El área pecuaria se encuentra dividida en 4 manzanas de pasto Taiwan (Pennisetum purpureum), el cual se fertiliza con urea a razón de un quintal por manzana después de cada corte. La otra parte está dividida en 15 potreros de 2 a 3

manzanas cada uno con diferentes especies forrajeras, tanto naturales como mejoradas, entre las que se encuentran Jaragua (Hyparrhenia rufa), Zacate dulce (Ixophorus unisetus), Grama (Oxonopus compressus), Estrella (Cynodon nlemfuensis), Angleton (Dichantium aristatum), Colonial (Panicum maximum cv. Colonial).

### 3.3.- Manejo de los animales en el ensayo.

Para la fistulación ruminal se utilizaron tres novillos de la raza Reyna con un peso aproximado de 261 kg y cuyas edades oscilaban entre 12 y 18 meses.

Previo a la fistulación se mantuvieron 24 horas en ayunas y posteriormente 15 días estabulados para adaptación de la fístula y alimentándose con Taiwan cortado y servido. Se realizaron curaciones diarias con Iosán (yodo) al 5% para evitar infecciones en la operación, y con Abutor para evitar la presencia de larvas de mosca en el perímetro de la fístula y ayudar a la cicatrización. Se utilizó como cánula un tubo PVC de 10.2 cm de diámetro. Luego de este período se mantuvieron bajo libre pastoreo con el resto del hato, guardando la misma rotación.

El ensayo se llevó a cabo en un período comprendido entre el 21 de Junio y el 30 de Octubre de 1991.

### 3.4.- Metodología.

#### 3.4.1.- Manejo de las muestras.

Se utilizaron bolsas de nylon con dimensiones de 14 x 18 cm de largo y ancho respectivamente. El tamaño de los poros de la tela es de 34.2 micras y fue medido en el laboratorio de Micología de la escuela de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria (UNA), empleando para ello el manual de prácticas del laboratorio de Fitopatología elaborado por Castaño (1986), y se encuentra dentro del rango sugerido por Orskov (1988) de 20 a 40 micras, y por Van Soest (1983) citado por Ruiz y Ruiz (1990) alrededor de 30 micras.

Las bolsas fueron fabricadas en una máquina de coser doméstica con un largo de puntada de 1.5 mm, con hilo de nylon, a una distancia de 2 cm del borde, espacio en el cual se aplicó un pegamento fuerte para evitar escape de partículas. Las esquinas fueron redondeadas con la costura para evitar que alguna muestra quede atrapada y permitir que el sustrato tenga libre movimiento dentro de las bolsas (Orskov, et al, 1980).

Para los pastos utilizados en la incubación, se encerró una pequeña área de 3.2 m<sup>2</sup> para cada pasto dentro de sus potreros correspondientes. Se cortó el pasto a ras del suelo e inmediatamente se fertilizó con urea a razón de 20.8 gr por área, en base a una fertilización de un quintal por manzana. Luego de esto fueron cosechados cuando tuvieron 35 días de

edad. Anterior a todo esto se realizó un muestreo del suelo en cada una de las áreas para analizarlos químicamente [ver anexo 2A].

A las muestras de cada pasto se les determinó la composición química mediante análisis proximal con la metodología de la A.O.A.C. (1984) (materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y cenizas), descrita en el centro experimental de Weende, Alemania; y la fracción de fibra (fibra neutro detergente y fibra ácido detergente) mediante el método de detergentes descrito por Van Soest y presente en el manual de métodos de análisis rutinarios del laboratorio de producción animal (1987) elaborado por el CATIE; esto se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología de la UNA.

Las muestras secadas al horno fueron molidas utilizándose un tamiz de 2 mm de diámetro. Se pesaron 10 gr de materia seca y se introdujeron en las bolsas, las que fueron cerradas con hilo nylon y atadas a un tubo galvanizado de 4 cm de largo por 4.5 cm de diámetro, para anclar las bolsas en el saco ventral del rumen, donde la digestión procede más rápido (Balch y Johnson, 1950 citados por Rodríguez, 1968 y Orskov, *et al*, 1980). El tubo con las bolsas fue atado con hilo nylon de 70 cm de largo, de manera que quedaron 50 cm dentro del rumen para

permitir mayor movimiento de las bolsas en el interior ruminal (Rodríguez, 1968; Orskov, 1982 citado por Ruiz y Ruiz, 1990), y los 20 cm fuera del cuerpo para sujetar el hilo a la cánula.

#### 3.4.2.- Procedimiento experimental.

Luego de ser bien atadas, las bolsas se introdujeron al rumen a través de la fístula de los novillos, de tal forma que cada animal incubara seis bolsas con sus muestras, pues se midieron dos bolsas por cada tiempo (24, 48 y 72 horas).

Una vez cumplido el tiempo de incubación, las bolsas fueron sacadas del rumen y se sumergieron inmediatamente en una cubeta con agua fría para detener la fermentación y eliminar las partículas adheridas. Luego fueron abiertas y se lavaron bajo una llave de agua hasta que el agua que salía fuera lo suficientemente transparente, efectuándose una ligera presión para reducir el tiempo de lavado (Orskov, *et al*, 1980). Este procedimiento se aplicó para la medición por separado de cada uno de los pastos en estudio.

Las bolsas fueron secadas en un horno a una temperatura de 70°C durante 24 horas, después de las cuales se pesaron y se calculó el porcentaje de degradación de materia seca mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de degradación} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100$$

En cuanto a la degradación de proteína bruta, se realizaron los análisis correspondientes mediante los métodos ya mencionados a las muestras obtenidas en diferentes tiempos de incubación y luego se determinó el porcentaje de degradación a través de la fórmula anteriormente expuesta.

### 3.5.- Análisis estadístico.

Los análisis estadísticos utilizados en este trabajo fueron el Análisis de Varianza basado en un Diseño Completo al Azar (DCA) y Prueba de Rango Múltiple de Duncan (Little y Hills, 1989; Zárate e Infante, 1990).

El análisis de varianza aplicado por tiempo de incubación, nos proporciona la existencia o no de significancia entre la degradación de los tres pastos; en cambio la separación de medias de Duncan se emplea para determinar el de mayor degradación en base a sus promedios por tiempo y establecer la significancia entre ellos.

#### 4.- RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1.- Degradación de Materia Seca.

Se observaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) en los promedios y la desviación estándar para los valores de degradación de materia seca de los pastos en estudio a diferentes tiempos de incubación ruminal (Cuadro 2), lo que se atribuye a los distintos contenidos en fracciones químicas en cada uno de ellos mostrados por su análisis bromatológico (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Análisis proximal y de Van Soest de pastos. (%)

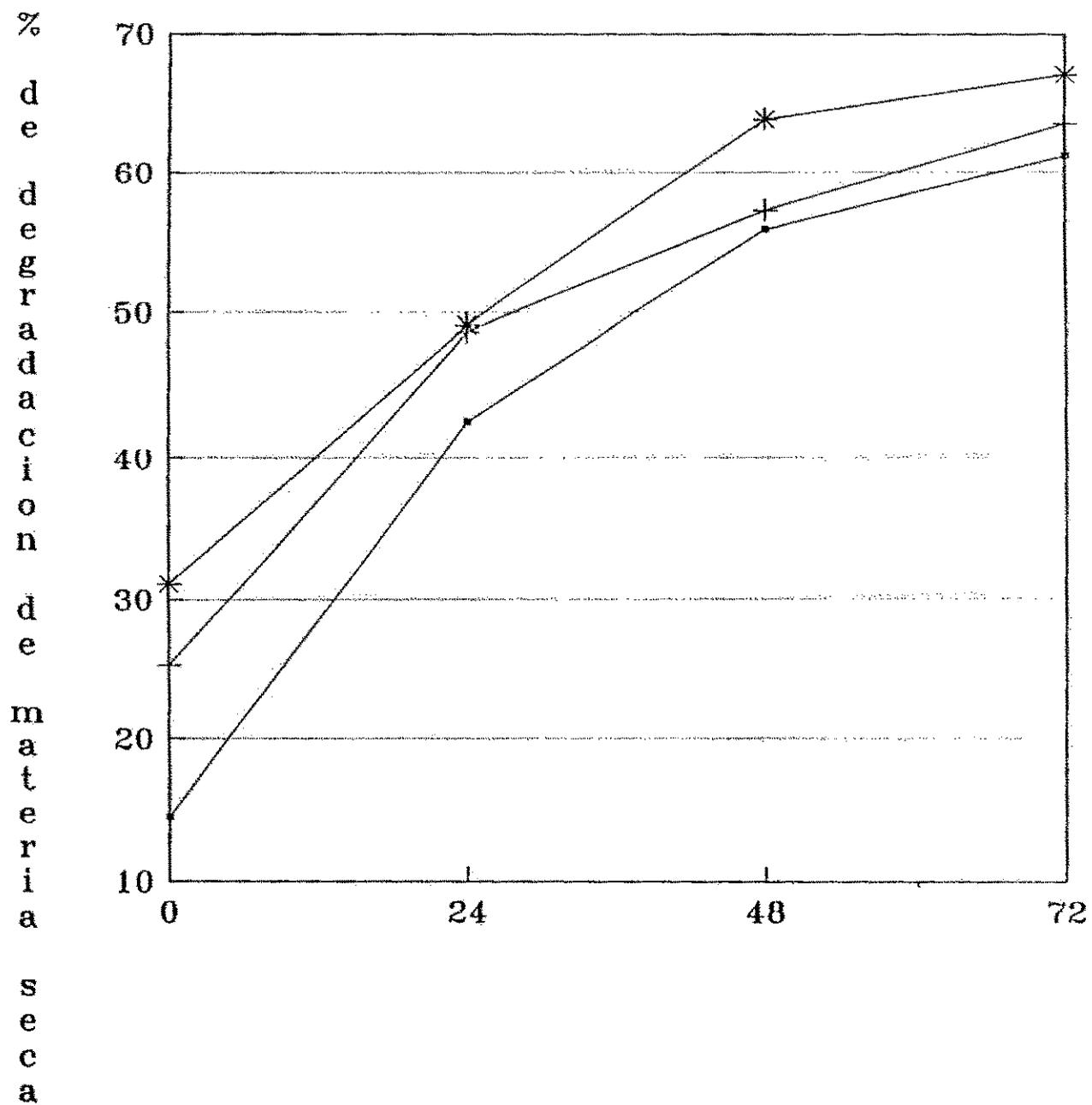
Pasto	MS	PB	ELN	EE	FB	Cen	FND	FAD	HC
Angleton	25.0	10.8	37.53	1.07	35.6	15.0	63.31	36.73	26.58
Colonial	19.3	11.6	37.11	1.69	36.3	13.3	64.47	35.20	29.27
Taiwan	20.3	10.5	39.27	2.03	34.4	13.8	62.10	34.48	27.62

- MS : Materia seca.  
 PB : Proteína bruta.  
 ELN : Extracto libre de nitrógeno.  
 EE : Extracto etéreo.  
 FB : Fibra bruta.  
 Cen : Cenizas.  
 FND : Fibra Neutro Detergente.  
 FAD : Fibra Acido Detergente.  
 HC : Hemicelulosa.

Según el análisis hecho por tiempo de incubación, a las 24 horas el pasto Taiwan tuvo mayor degradación de materia seca (49.14%), aunque en comparación con el Colonial (48.65%) no hubo diferencia significativa ( $P > 0.01$ ) mientras que el Angleton fue significativamente menor (42.43%), debido a que es probable que su mayor contenido en complejo lignocelulosa haya afectado negativamente su degradación de materia seca. Este argumento se apoya en lo dicho por Mc Donald, et al (1979) al señalar que un 1.0% de aumento de la fibra, causa una disminución de la digestibilidad de la materia orgánica total de 0.7 a 1 unidad en los rumiantes; esto debido a que los componentes de la fibra, principalmente lignina, interponen una barrera que impide la acción de los microorganismos o de sus enzimas hidrolíticas sobre las moléculas de hidratos de carbono (Kamstra, et al, 1958 citados por Church, 1974b). Ford (1978) mencionado por Alcocer (1989) confirma lo dicho por Church (1974) al señalar que la lignina puede interferir en la absorción de otros nutrientes, disminuyendo el porcentaje de degradación de materia seca de los alimentos.

Cuadro 2.- Valores de degradación de materia seca a diferentes tiempos de incubación ruminal. (%)

Pasto	0	24	48	72
Angleton	14.48	42.43 ± 4.28	55.86 ± 3.48	61.20 ± 2.26
Colonial	25.28	48.65 ± 4.49	57.23 ± 3.25	63.55 ± 4.60
Taiwan	31.15	49.14 ± 1.10	63.84 ± 1.73	67.02 ± 1.78



Tiempo de incubacion (horas)

—●— Angleton    —+— Colonial    —\*— Taiwan

Figura 1: Degradación de materia seca

El comportamiento de la degradación plasmado en la gráfica 1, indica que hubo un aumento lineal a partir del tiempo 0 (que según Ayala y Alcocer (1988), y Ruiz y Ruiz (1990), en el caso de la materia seca y proteína cruda, representa las fracciones que se degradan rápida y completamente en el rumen) hasta las 24 horas de fermentación para los tres pastos; seguidamente se presentó una formación curvilínea hasta las 48 horas, la que mostró una tendencia a estabilizarse a las 72 horas, lo que posiblemente advierte la degradación potencial no lejos de este tiempo. Orskov, et al (1980) refuerza tal efecto cuando proponen que para obtener un estimado de la degradabilidad potencial se requieren de 48 a 72 horas para forrajes de baja calidad. De igual manera, en varios estudios con forrajes muy diversos han sido las 72 horas de incubación el tiempo utilizado para determinar la degradabilidad potencial (Gill, et al, 1969; Smith, et al, 1971; Cherney, et al, 1986 mencionados por Ruiz y Ruiz, 1990).

Estas observaciones se respaldan con resultados obtenidos por Bullis, et al (1967) citados por Alcocer (1989), y Alcocer (1989) que reportan el máximo tiempo de desaparición en gramíneas de 48 horas, y en horas posteriores el porcentaje de desaparición puede presentar aumentos mínimos. Rodríguez (1968) confirma la conclusión del Bullis, et al (1967) al obtener un máximo de desaparición de 48 horas en gramíneas. Sin embargo este mismo autor cita a Van Keuren y Heinemann

(1962), los cuales observaron que la digestibilidad en gramíneas aumentó en forma lineal hasta 96 horas de fermentación.

En el lapso de 0 a 24 horas se obtuvieron las mayores proporciones de desaparición de materia seca para los tres pastos, cuyos valores fueron para el Angleton de 27.95%, Colonial 23.37% y Taiwan 17.99%, comparados con las de 24 a 48 horas: 13.43%, 8.51% y 14.70%, y de 48 a 72 horas: 5.34%, 6.32% y 3.18% respectivamente [ver anexo 3A].

A las 48 horas el Taiwan fue significativamente mayor ( $P < 0.01$ ) al obtener 63.84% de degradación, comparado con 55.86% y 57.23% que presentan el Angleton y el Colonial respectivamente, entre los que no hubo diferencias significativas, pero como se puede notar el segundo tuvo mayor degradación (Cuadro 2).

El Angleton se ve disminuido en su degradación de materia seca, además de su contenido en lignocelulosa, también por su mayor proporción en cenizas en comparación con el Taiwan y el Colonial. Dentro de este contexto, Church (1974b) cita a Van Soest y Jones (1968), los cuales señalan que aunque la lignina ha sido considerada clásicamente como el principal material incrustador de los vegetales, pruebas recientes consideran al sílice como una sustancia que interfiere también la

digestibilidad. Coward-Lord (1972) menciona a estos mismos autores, quienes apuntan que cada por ciento de sílice reduce en 3 unidades la digestibilidad obtenida in vitro. Sin embargo, Smith, et al (1971) también citados por Coward-Lord (1972) encontraron que cada por ciento de sílice reducía en 0.98 unidades la digestibilidad in vitro de la materia orgánica. En relación con otros minerales, Ugarte, et al (1983) cita a Salbury, Smith y Huffman (1956), Hubbert y col. (1958), Little, Cheng y Burroughs (1958) y Martínez y Church (1970) que señalaron los valores en ppm de los elementos que deprimen la digestión de la celulosa: bario (30-200), boro (300-500), flúor (0-5), hierro (1000), manganeso (100), níquel (0-5), selenio (7), bario (5) y zinc (20).

El predominio del Taiwan se debe al menor contenido de pared celular y de lignocelulosa (62.10% y 34.48%) comparado con los contenidos en el Colonial (64.47% y 35.20%) y el Angleton (63.31% y 36.73%), por lo que el medio ruminal no tuvo dificultades para actuar sobre la materia seca; al mismo tiempo tuvo mayor porcentaje de carbohidratos no estructurales (39.27%), que siendo la principal fuente de energía para los microorganismos ruminales (De Alba, 1971; Ugarte, et al, 1983; Dearriba, 1988) aportó de esta manera un incremento en su actividad sobre las moléculas que conforman la materia seca. A esta energía se puede agregar la obtenida de la hemicelulosa,

cuyo porcentaje en contenido (27.62) fue mayor que el del Angleton (26.58%) pero no que el de Colonial que fue de 29.27%.

En las 72 horas de fermentación, el Taiwan mantuvo su superioridad (67.02%), aunque no presentó diferencias significativas con el Colonial que tuvo un 63.55% de degradabilidad, el que tampoco las mostró con el Angleton (61.20%), pero este sí fue significativamente menor ( $P > 0.01$ ) que el Taiwan.

En general, el Taiwan presentó los mayores porcentajes de degradación de materia seca en los tiempos de incubación evaluados en comparación con el Colonial y el Angleton, los que fueron segundo y tercero en orden decreciente de degradación.

#### 4.2.- Degradación de Proteína Bruta.

Al obtener los valores de degradación de proteína bruta (cuadro 3), se apreció la existencia de diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre pastos. Mediante separación de medias de Duncan se visualizó el predominio que en degradación mantiene el Taiwan sobre los pastos Angleton y Colonial, entre los que no hubo diferencias significativas ( $P > 0.01$ ) en ninguno de los tiempos medidos, pero a como se puede observar en la gráfica 2, el Colonial fue menor en desaparición de proteína en el rumen.

Cuadro 3.- Valores de degradación de proteína bruta a diferentes tiempos de incubación ruminal. (%)

Pasto	0	24	48	72
Angleton	53.24	56.27 ± 1.80	63.06 ± 4.02	67.86 ± 4.56
Colonial	42.32	52.42 ± 5.54	58.69 ± 3.34	63.25 ± 4.45
Taiwan	58.80	66.69 ± 1.88	76.48 ± 1.51	74.86 ± 4.33

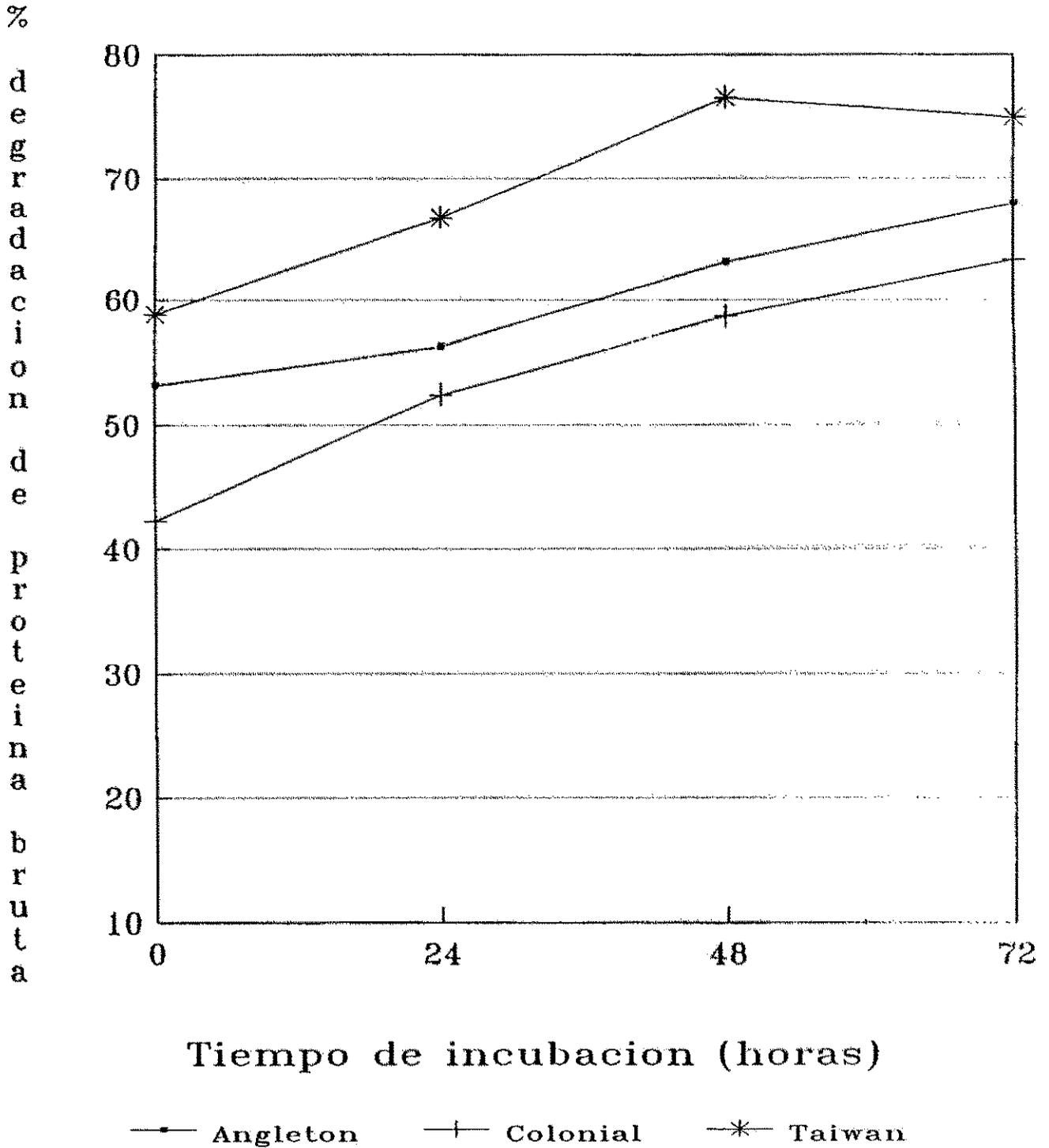


Figura 2: Degradación de proteína bruta

En dicho gráfico se puede observar el alto contenido en fracción de proteína soluble en el rumen, representada por el tiempo 0 en los tres pastos, lo que concuerda con Coto, s.f., al puntualizar que en los pastos, la principal característica de la proteína es su solubilidad. Hay trabajos que consideran la solubilidad en los pastos tropicales de 33 a 35 por ciento (All y Stobbs, 1980 citado por Coto, s.f.). Otros investigadores señalan que la proteína en el rumen puede solubilizarse hasta 60 u 80 por ciento.

Ganev, et al (1979) mencionan que la razón de las diferencias en la velocidad de degradación de proteína es probablemente los diferentes contenidos de fibra en la proteína vegetal. En general, la velocidad de degradación de una proteína está directamente relacionada con su solubilidad (Dearriba, 1988; Coto, s.f.). Basados en esta afirmación, se puede decir que el Colonial fue menor en degradación debido a un menor contenido de proteína disponible. Es así que Pichard y Van Soest (1977) citados por Ruiz y Ruiz (1990) propusieron un sistema de fraccionamiento, cuya base conceptual es la degradabilidad de los compuestos nitrogenados, distinguiéndose tres fracciones: Fracción I, soluble y rápidamente degradable en el rumen; Fracción II, proteína verdadera y nitrógeno no protéico insolubles pero que son parcialmente degradados en el rumen y disponibles al animal; Fracción III, que representa el complejo lignina-N, no disponible para el animal.

En el período de 0 a 24 horas, la mayor proporción degradada la presentó el Colonial con 10.10% en comparación con el Taiwan (7.89%) y el Angleton (3.03%) [ver anexo], lo que puede verse aclarado por su mayor contenido en proteína, que según Orskov (1988) la fuente más importante de nitrógeno para los microorganismos ruminales procede normalmente de la proteína de la ración, por lo que la actividad microbiana se vio incrementada en este lapso de tiempo. Asimismo, Wilson y Strachan (1981) citados por Armstrong (1982) utilizando el método in situ para estimar la degradabilidad protéica de los forrajes observaron una gran correlación entre la degradabilidad de la proteína y el contenido de proteína en la materia seca. El Taiwan y el Angleton presentaron las mayores cantidades degradadas entre las 24 y 48 horas (9.79% y 6.79% respectivamente) donde la proteína de la Fracción II es posible que se encuentre dentro de estas cantidades y son liberadas por los microorganismos, lo que se fundamenta con lo mencionado por Dearriba (1988), los más altos niveles de digestión de la celulosa ocurren entre las 24 y 30 horas.

El Taiwan tuvo un comportamiento similar al de materia seca, pues hubo un incremento lineal hasta las 48 horas donde alcanzó su degradabilidad potencial, después de las cuales se verificó un descenso en la actividad proteolítica microbiana de 1.62%.

El Colonial y el Angleton tuvieron un comportamiento similar después de las 24 horas de fermentación hasta las 72, pero del tiempo 0 a las 24 horas el Angleton tuvo poca actividad microbiana debido a que su proteína es alrededor de 10% más soluble que la del Colonial.

## 5.- CONCLUSIONES.

- a.- A una edad de rebrote de 35 días, el pasto Taiwan presenta mayor solubilidad de materia seca y proteína bruta en comparación con el Angleton y el Colonial.
  
- b.- El Colonial es superior al Angleton desde el punto de vista nutritivo debido a su mayor degradación de materia seca.
  
- c.- La disponibilidad proteica de el Colonial se vió afectada por su mayor cantidad en contenido de paredes celulares en comparación con Taiwan y Angleton.
  
- d.- No se observó efecto negativo del contenido de paredes celulares sobre la dinámica de degradación del Taiwan.
  
- e.- El comportamiento del Angleton en la desaparición de materia seca fue afectado negativamente por su contenido en complejo lignocelulosa y en cenizas.

- f.- Las mayores desapariciones de materia seca se presentaron en el período de 0 a 24 horas de fermentación para los tres pastos; en cambio, en desaparición de proteína fueron para el Angleton y el Taiwan entre las 24 y 48 horas, y para el Colonial entre 0 y 24 horas.
- g.- El Taiwan requiere alrededor de 48 horas de fermentación ruminal para alcanzar su degradabilidad potencial de materia seca y proteína bruta, en cambio el Colonial y el Angleton alrededor de 72 horas.
- h.- Los coeficientes promedios de digestibilidad para los pastos Angleton, Colonial y Taiwan en materia seca fueron 43.5%, 48.7% y 52.8% respectivamente, y en proteína bruta fueron 60.1%, 54.2% y 69.2%.
- i.- En general, el contenido de fibra (Fibra Neutro Detergente y Fibra Acido Detergente) de los pastos estudiados se considera determinante en la influencia inhibidora en la degradación de materia seca.

## 6.- RECOMENDACIONES

- a.- Seguir este tipo de estudios en el resto de especies forrajeras más comunes para tener un mejor control nutricional al utilizarlas en las explotaciones ganaderas.
- b.- Determinar valores de degradación para Fibra Neutro Detergente y Fibra Acido Detergente, comprendiendo de esta manera la dinámica de digestión de la pared celular.
- c.- Considerar en estas mediciones al sílice, por ser éste un material incrustador que al igual que la lignina interfiere en la digestibilidad de la materia seca.
- d.- Determinar digestibilidad en pastos a diferentes fechas de corte, pues de esta forma al ser comparadas se sabrá el momento óptimo en que pueden utilizarse basado en el punto en que los nutrientes son más degradados.
- e.- Realizar ensayos de alimentación con los pastos estudiados para obtener la respuesta animal en producción de leche o carne.

## 7.- BIBLIOGRAFIA.

- Acosta, J. 1988. La calidad del forraje en la alimentación del ganado lechero. Mexico Holstein. Mexico. s.p. p.30-33
- Alcocer, C.E. 1989. Degradación ruminal de tres pastos tropicales y su relación con dos pastos de zonas templadas. Tesis Med. Vet. Zoot. Mexico. Universidad Autónoma de Yucatán. 62p.
- Alfaro, B.R. 1991. Digestibilidad in situ de la leguminosa arbustiva Madero Negro (Gliricidia sepium, Jacq.). Curso de bromatología. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 15p.
- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. 14th Edition. Ed. by S. Williams. Arlington, Virginia, EE.UU., Asociation of Official Analytical Chemists.
- Armstrong, D.G. 1982. Valoración nutritiva de los alimentos. Avances recientes en la valoración de las proteínas para los rumiantes. XX Reunión Científica. S.I.N.A. Zaragoza, España. 25:9
- Ayala, A. y Alcocer, C. 1988. El uso de las bolsas de nylon para estimar el valor nutricional de los alimentos. Mexico. Universidad Autónoma de Yucatán. 5p.
- Bateman, J.V. 1970. Nutrición animal: Manual de métodos analíticos. Mexico. Herrero-Hermanos. 468p. p.404-405
- Besse, J. 1986. La alimentación del ganado. 2da. Edición. Madrid, España. Mundi-Prensa. 379p. p.56-57
- Boada, B. s.f. Nutrición y alimentación animal. Tomo I. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. La Habana, Cuba. 453p. p.155
- Cabrera, M.E. 1977. Nutrición animal. La Habana, Cuba. Unidad Litográfica. 111p. p.76
- Castaña, J. 1986. Manual de prácticas de laboratorio de fitopatología. Medición de estructuras al microscopio. Escuela Agrícola Panamericana. "El Samorano". Honduras. 45p. p.5-9
- CATIE. 1981. Producción y utilización de forrajes en el trópico: Compendio. Turrialba, Costa Rica. 190p. p.80

- CATIE. 1987. Métodos de análisis rutinarios de laboratorio de producción animal. Turrialba, Costa Rica. 48p.
- CIAT. 1978. Establecimiento y manejo de pastos y forrajes. Temas de orientación agropecuaria. Colombia. 192p.
- Coto, G. s.f. Nutrición protéica de rumiantes: Nuevos avances científicos. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 83p. p.5-6
- Coward-Lord, J. 1972. Composición química y digestibilidad in vitro de 10 forrajeras tropicales. Tesis M.S. Mayaguez, Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. 43p.
- Crampton, E.W. 1962. Nutrición animal aplicada. Zaragoza, España. Acribia. 379p. p.86
- Church, D.C. 1974a. Fisiología digestiva y nutrición de rumiantes. Tomo I. Zaragoza, España. Acribia. 379p. p.184-186
- Church, D.C. 1974b. Fisiología digestiva y nutrición de rumiantes. Tomo III. Zaragoza, España. Acribia. 554p. p.17-19
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. 2da. Edición. Coyoacán, Mexico. Talleres Gráficos. 475p.
- Dearriba, J. 1988. Fisiología y bioquímica de la digestión en el rumiante. Santiago de Cuba. Oriente. 83p.
- Esau, K. 1986. Anatomía vegetal. Tomo I. Trad. José Pons Rosell. La Habana, Cuba. Combinado Poligráfico. 484p. p.63
- FAO. 1978. Nutrición de rumiantes. Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes. Revista Mundial de Zootecnia. Roma, Italia. 12:43
- Flores, J.A. 1989. Manual de la alimentación animal. Tomo II. Mexico. Limusa. 1096p. p.235
- Funes, F.; Febles, G.; Sistachs, M.; Suárez, J.J. y Perez-Infante, F. 1979. Los pastos en Cuba. Tomo I. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 559p. p.91-92

- Ganev, G.; Orskov, E.R.; Smart, R. 1979. The effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 93:655
- Goering, H.K. y Van Soest, P.J. 1970. Análisis de fibra de forrajes. EE.UU. División de Investigación en Ciencia Animal. Servicio de Investigación Agropecuaria. 33p.
- Hadler, N.I. 1980. Manual de pastagens e forrageiras: formacao, conservacao, utilizacao. Instituto Campineiro de Ensino Agricola. Campinas, Sao Paulo. 343p. p.57-60
- Havard-Duclos, B. 1978. Las plantas forrajeras tropicales. Barcelona, España. Blume. 380p. p.11,15,62
- Hughes, H.D.; Heath, M.E. y Metcalfe, D.S. 1980. Forrajes. 2da. Edición. Mexico. CECSA. 757p. p.59-69
- Hungate, R.E. 1966. The rumen and its microbes. EUA. Academic Press. 553p. p.251-252
- Herrera, R.S. 1982. Métodos para determinar la calidad de los pastos. *Revista cubana de Ciencia Agrícola*. La Habana, Cuba. 16:121-131
- Jordan, H.; Caballero, A.; Perez, I. y Vazquez, F. 1981. Relación entre la proteína y la digestibilidad de la materia seca de la Bermuda Cruzada No. 1 (Cynodon dactylon vc. coast cross 1) según la simulación de diferentes proporciones hoja:tallo. *Revista cubana de Ciencia Agrícola*. La Habana, Cuba. 15:187-193
- Jordan, H.; Elías, A.; Jerez, I.; Caballero, A. y Perez, I. 1984. Estudio de la dinámica de la desaparición de la materia seca y proteína bruta en diferentes pastos mediante la técnica de la bolsa in situ en el rumen. *Revista cubana de Ciencia Agrícola*. La Habana, Cuba. 18:167-170
- Kempton, T.J. 1980. El uso de bolsas de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para el rumiante. *Producción Animal Tropical*. Mérida, Mexico. 5:115-126
- Lewis, D. 1970. Fisiología digestiva y nutrición de rumiantes. Instituto del Libro. La Habana, Cuba. 339p. p.145-147
- Little, T.M. y Hills, F.J. 1989. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2da. Edición. Mexico. Trillas. 270p. p.59-67

- M.A.G. s.f. Algunas consideraciones sobre el pasto Colonial en Nicaragua. Programa Nacional de Pastos.
- M.A.G. 1991. Algunas consideraciones sobre el pasto Angleton en Nicaragua. Programa Nacional de Pastos.
- Martin, P.C. 1981. Metodología del balance alimentario y formulario de raciones para el ganado bovino en Nicaragua. Misión Cubana Agrícola. Managua, Nicaragua. 117p. p.30
- Maynard, L.A.; Loosli, J.K.; Hintz, H.F. y Warner, R.G. 1981. Nutrición animal. 4ta. Edición. Mexico. Mc Graw-Hill. 640p.
- Mc Donald, P.R.A.; Edward, J.E. y Greenhalg, D. 1979. Nutrición animal. Zaragoza, España. Acribia. 462p. p.184
- Mc Ilroy, R.J. 1991. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Mexico. Limusa. 168p.
- Morrison, F.B. 1973. Compendio de alimentación del ganado. Mexico. UTEHA. 721p. p.49
- Nocek, J.E. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. Journal Dairy Science. 71:2051-2069 p.2059
- Oporta, J.A. 1973. Composición química y digestibilidad in vivo e in vitro de los henos de Guinea (Panicum maximum, Jacq.) y Merker (Pennisetum purpureum, Schum.). Tesis M.S. Mayaguez, Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. 76p.
- Orskov, E.R.; Howell, F.D. de B. y Mould, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. Producción Animal Tropical. Mérida, Mexico. 5:213-233
- Orskov, E.R. 1988. Nutrición protéica de los rumiantes. Zaragoza, España. Acribia. 173p.
- Ortega, M.A. 1987. Factores que afectan la degestibilidad del alimento en rumiantes. Asociación Americana de Soya. No. 72. Mexico. 4p.
- Piatkowski, B. 1982. El aprovechamiento de los nutrientes en el rumiante. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. 440p. p.169-170

- Rodriguez, H. 1968. Degradabilidad con la bolsa in vivo: la posición relativa de la bolsa dentro del rumen. Revista cubana de Ciencia Agrícola. La Habana, Cuba. 2(17):285-287
- Rodriguez, H. 1968. La técnica in vivo en estudios de digestibilidad. Revista cubana de Ciencia Agrícola. La Habana, Cuba. 16:81-84
- Rodriguez, C.A. 1978. Pasto Napier. Ministerio de Agricultura. Guatemala. PRODEGA. 12p.
- Rosales, C. 1968. Guía para el cultivo de los pastos más importantes de Nicaragua. Banco Nacional de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 78p. p.34-35
- Ruiz, M.E. y Ruiz, A. 1990. Nutrición de rumiantes: metodología de investigación. San José, Costa Rica. IICA. 358p. p.105
- Svendson, P. y Carter, A.M. 1987. Introducción a la fisiología animal. Mexico. 191p. p.128
- Ugarte, J.; Herrera, R.S.; Ruiz, R.; Garcia, R. 1983. Los pastos en Cuba. Tomo II. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 676p.
- Zárate, G.P.; Infante, S. 1990. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. 2da. Edición. Mexico.
- Zelaya, J.C. 1991. Evaluación del rendimiento productivo del Taiwan A-144 (Pennisetum purpureum) a diferentes edades de corte y distancias de siembra bajo riego. Tesis Lic. Zoot. Managua, Nicaragua. Universidad Centroamericana. 48p.

## 8.- ANEXO.

1A.- Temperatura y Precipitación durante el año 1991.  
Estación metereológica de Rivas.

Mes	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Media (°C)	Precip. (mm)
Ene	30.5	23.7	27.1	0.0
Feb	31.0	23.6	27.3	2.2
Mar	32.4	23.9	28.2	0.0
Abr	32.5	25.0	28.8	0.0
May	31.6	24.6	28.1	191.6
Jun	31.1	24.7	27.9	228.0
Jul	30.4	24.6	27.5	97.9
Ago	30.6	24.5	27.6	131.4
Sep	30.4	24.0	27.2	231.9
Oct	30.4	23.3	26.9	135.1
Nov	30.1	23.9	27.0	12.5
Dic	30.0	23.7	26.9	12.1

# Temperatura (°C)

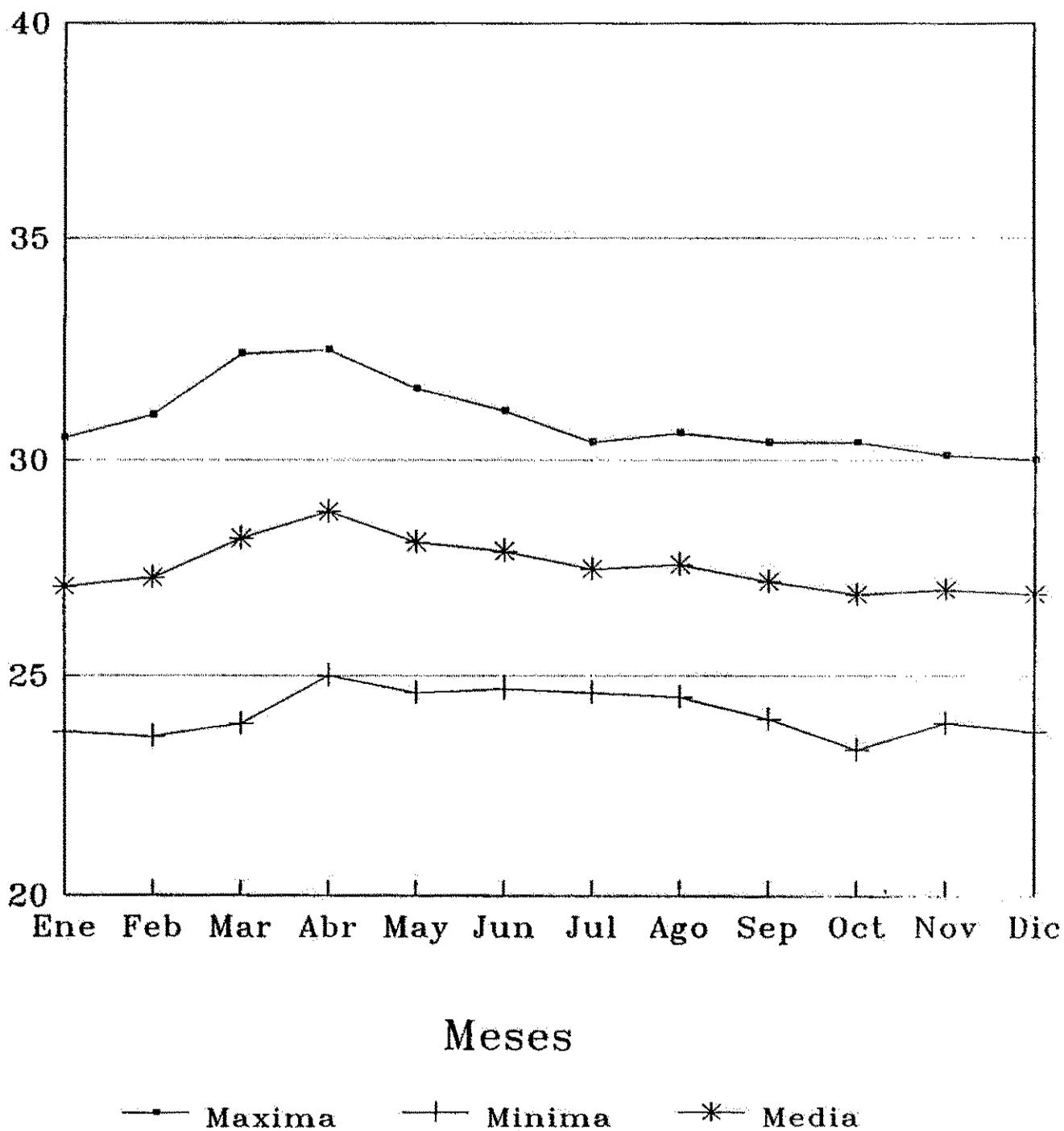


Figura 3: Temperatura. Rivas 1991.

Precipitacion (mm)

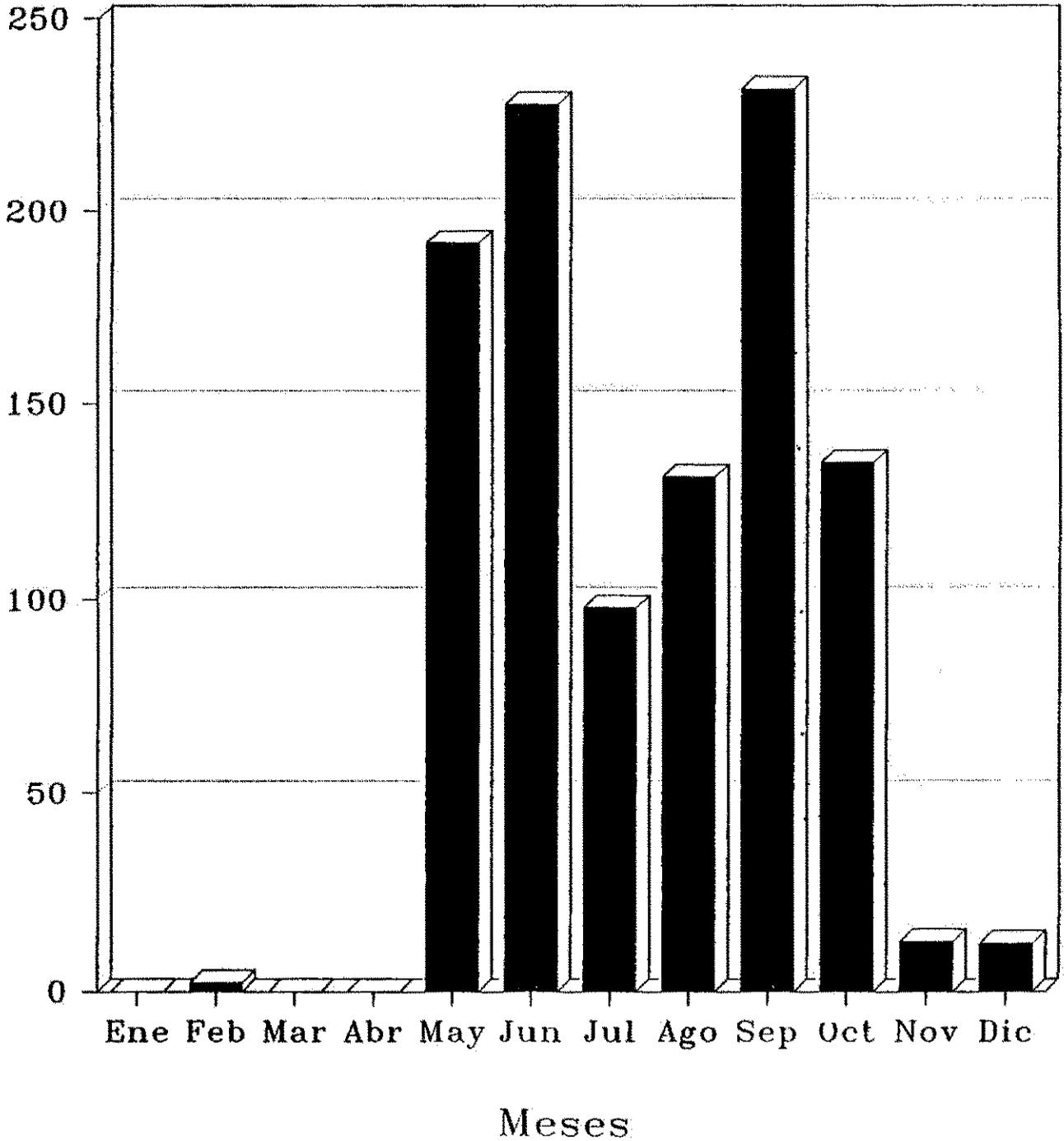


Figura 4: Precipitación. Rivas 1991

## 2A.- Análisis químico de suelo.

Pasto	Profund. (cm)	pH (H <sup>2</sup> O)	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (meq/100gr)
Angleton	20.0	5.6	2.76	0.62	8.83	0.38
Colonial	20.0	5.7	3.16	0.54	3.11	0.38
Taiwan	20.0	5.8	3.03	0.70	10.28	0.33

## 3A.- Proporciones degradadas por periodos. (%)

## MATERIA SECA

## Tiempos de incubación (horas)

Pastos	0 - 24	24 - 48	48 - 72
Angleton	27.95	13.43	5.34
Colonial	23.37	8.58	6.32
Taiwan	17.99	14.70	3.18

## PROTEINA BRUTA

## Tiempos de incubación (horas)

Pastos	0 - 24	24 - 48	48 - 72
Angleton	3.03	6.79	4.80
Colonial	10.10	6.27	4.56
Taiwan	7.89	9.79	-1.62

4A.- Análisis de varianza para los tiempos  
de incubación ruminal.

(P < 0.01)

MATERIA SECA

24 horas

Fuente de Variación	Gl	CM	Fc	Ft
Pasto	2	84.08	6.35	0.01 **
Error	15	13.25		
Total	17			

48 horas

Fuente de Variación	Gl	CM	Fc	Ft
Pasto	2	109.22	12.72	0.0006 **
Error	15	8.58		
Total	17			

72 horas

Fuente de Variación	Gl	CM	Fc	Ft
Pasto	2	51.44	5.25	0.19 **
Error	15	9.80		
Total	17			

5A.- Análisis de varianza para los tiempos  
de incubación ruminal.  
(P < 0.01)

PROTEINA BRUTA

24 horas

Fuente de Variación	Gl	CM	Fc	Ft
Pasto	2	326.77	26.12	0.0001 **
Error	15	12.51		
Total	17			

48 horas

Fuente de Variación	Gl	CM	Fc	Ft
Pasto	2	516.06	54.83	0.0001 **
Error	15	9.41		
Total	17			

72 horas

Fuente de Variación	Gl	CM	Fc	Ft
Pasto	2	205.33	10.37	0.0015 **
Error	15	19.81		
Total	17			

6A.- Prueba de Rango Múltiple de Duncan  
para los tiempos de incubación.  
( $P < 0.01$ )

MATERIA SECA

24 horas

Pasto	Media	Duncan
Taiwan	49.14	A
Colonial	48.65	A
Angleton	42.43	B

48 horas

Pasto	Media	Duncan
Taiwan	63.84	A
Colonial	57.23	B
Angleton	55.86	B

72 horas

Pasto	Media	Duncan
Taiwan	67.02	A
Colonial	63.55	A B
Angleton	61.20	B

7A.- Prueba de Rango Múltiple de Duncan  
para los tiempos de incubación.  
(P < 0.01)

PROTEINA BRUTA

24 horas

Pasto	Media	Duncan
Taiwan	66.69	A
Angleton	56.27	B
Colonial	52.42	B

48 horas

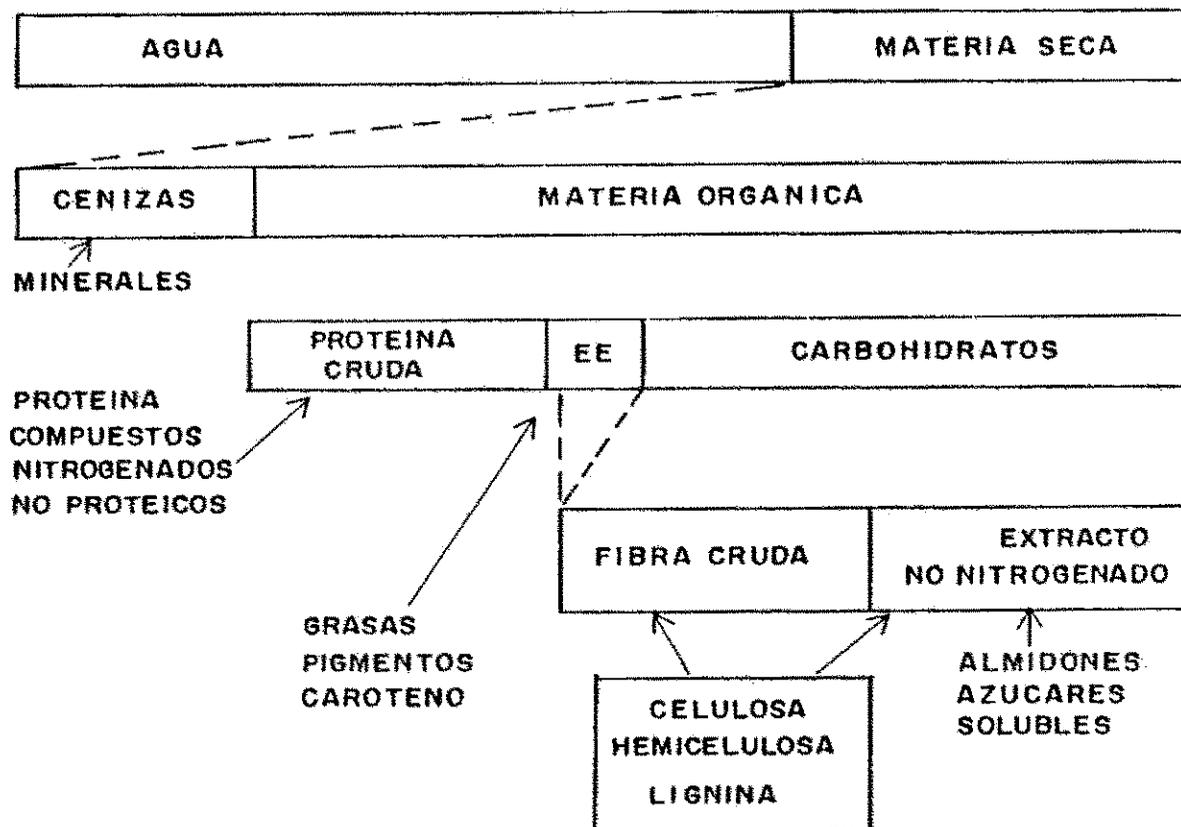
Pasto	Media	Duncan
Taiwan	76.48	A
Angleton	63.06	B
Colonial	58.69	B

72 horas

Pasto	Media	Duncan
Taiwan	74.86	A
Angleton	67.86	A B
Colonial	63.25	B

FRACCIONAMIENTO QUIMICO DE UN FORRAJE POR LA TECNICA DE ANALISIS

PROXIMAL DE WEENDE  
(JOHNSON, 1972)



CATIE (1981)

## FRACCIONAMIENTO QUIMICO DE UN FORRAJE POR LA TECNICA DE PARED

CELULAR O DE VAN SOEST  
(JOHNSON, 1972)

AGUA		MATERIA SECA	
SOBRE 100% DE MATERIA SECA			
CONTENIDO CELULAR	PARED CELULAR		
	HEMICELULOSA	LIGNOCELULOSA (FDA)	
	HEMICELULOSA	CELULOSA	
	LIGNINA DETERGENTE ACIDO O LIGNINA PERMANGANATO		
	CENIZAS INSOLUBLES		
	HOLOCELULOSA	LIGNINA	
	PROTEINA INSOLUBLE SILICA		
	OTRAS CENIZAS INSOLUBLES		

CATIE (1981)