



ENSAYOS ALIMENTICIOS EN CURI (Género Cavia) UTILIZANDO  
TRES ESPECIES DE PESCADO CONSERVADAS POR ENSILAJE  
ACIDO - HUREDO

ALVARO OROZCO OROZCO

EBLIN MANJARRES CASTRO

NORMAN CARRILLO RAMIREZ

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA  
SANTA MARTA 1990

ENSAYOS ALIMENTICIOS EN CURI (Género Cavia) UTILIZANDO  
TRES ESPECIES DE PESCADO CONSERVADAS POR ENSILAJE  
ACIDO - HUMEDO

ALVARO OROZCO OROZCO

EBLIN MANJARES CASTRO

NORMAN CARRILLO RAMIREZ

Tesis de grado presentado como  
requisito parcial para optar  
al título de: Ingeniero  
Pesquero.

Presidente: ARMANDO LACERA RUA  
Ms Sc

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA  
SANTA MARTA 1990

120010

**"Ni la Universidad ni los jurados examinadores del trabajo de tesis serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por los aspirantes al título."**

Tes.

~~000728~~

I.P.

~~063e~~

IP

00121

016681

Nota de Aceptacion

-----  
-----  
-----

ARMANDO LACERA RUA.

-----  
Presidente

MANUEL CARVAJALINO S.

-----  
Jurado

CARLOS PUERTA O.

-----  
Jurado

DEDICO : A mis padres Jorge y Adela, por el apoyo y la confianza brindada y que hoy, gracias a Dios, puedo ofrecerles la gran satisfacción por el deber cumplido.

A mis hermanos Antonio, Amanda, Luz Elena, Jorge, Adela y Carlos, quienes siempre me animaron a seguir adelante.

A mi novia Esther Maria.

A mis familiares y amigos.

A mi pueblo el Carmen del Magdalena.

ALVARO

DEDICO : Cuando el tiempo corre, y la distancia vuela, se llega a pensar que algunos días nunca llegan; pero entre usted y yo, madre.....lo logramos.

A mi madre, Nancy Castro.

A mi hija, Nancy Paola, con todo mi amor.

A la memoria de mi padre, Horacio Luis.

A mi sobrina, Liliana Margarita.

A mis hermanos, Yedith, Magola Isabel y, especialmente a Liz.

A mis profesores compañeros y amigos.

EBLIN

DEDICO : Sblo le pido a Dios que el dolor  
no me sea indiferente, que la  
reseca muerte no me encuentre  
vacío y solo sin haber hecho lo  
suficiente.

Dedico este trabajo a mi "Madre"  
ella merece esto y mucho más.

NORMAN.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar publicamente sus agradecimientos a todas las personas y entidades que de una u otra forma contribuyeron con la realizacion del presente estudio. Entre otros:

La Universidad del Magdalena.

La Planta Piloto Pesquera de Taganga.

Al Doctor Armando Lacera Rúa. Ms Sc.

Al Doctor Manuel Bustamante - Director del INCUM

Al Doctor Hermes Lacera - Director sala de computo.

Al Doctor Evert Alberto Daza Perea - Docente Facultad de Ingenieria Agronomicas.

Doctor Carlos Uribe - Director Oficina de Informatica SENA (Regional Magdalena).

Doctor Gustavo Cardenas - Director Departamento de sistemas. COINCO, Bogota.

Señor Julio Otero - Auxiliar de laboratorio Quimica II.

Señor Luis Rivera - Auxiliar de laboratorio de Microbiologia.



Señora Liz Maria Manjarres - Tecnóloga en Administración Agropecuaria.

Señor Tomas Saurith - Mecánico Técnico..

Señora Magaly Silva de Polo - Secretaria Facultad de Ingenieria Pesquera.

Señora Carolina Linero de Maria - Secretaria de Ingenieria Pesquera.

Señora Cleotilde Palomino Mejía - Secretaria Facultad de Ingenieria Agronomica.

Un reconocimiento muy especial al Instituto de Investigaciones Marinas José B. Vives de Andrés (INVEMAR).

Al Decano y cuerpo de profesores y estudiantes de la Facultad de Ingenieria Pesquera.

LOS AUTORES

## TABLA DE CONTENIDO

		pág.
1.	INTRODUCCION	1
2.	OBJETIVOS	4
2.1.	OBJETIVO GENERAL	4
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	4 <sup>a</sup>
3.	REVISION DE LITERATURA	6
3.1.	GENERALIDADES	6
3.1.1.	Características principales del Curí o Cuy	6
3.1.2.	Alojamiento	14
3.1.2.1.	En el sistema de libertad	14
3.1.2.2.	En el sistema de semi-libertad	14
3.1.2.3.	En el sistema de reclusión	14
3.1.2.3.1.	Ubicación de los cuyeros	17
3.1.2.3.2.	Tipos de jaulas	18
3.1.2.3.3.	Complemento de las jaulas	18
3.1.3.	Normas sobre alimentación del Curí	18
3.1.3.1.	Selección del tipo de alimentación	19
3.1.3.2.	Estudio y escogencia de los alimentos	19
3.1.3.3.	Atenciones bromatológicas	19
3.1.3.4.	Suministro de agua	19
3.1.3.5.	Preparación y suministro de la ración	19
3.1.3.6.	Tratamiento de hembras	20
3.1.3.7.	Tratamiento de gazapos	20
3.1.3.8.	Análisis de dietas	20
3.1.4.	Objetivo de la alimentación	20
3.1.4.1.	Agua	20
3.1.4.2.	Carbohidratos	21
3.1.4.3.	Proteínas	22
3.1.5.	Alimentación actual del Curí	26
3.1.5.1.	Plantas tóxicas y alimenticias	26

3.1.5.2.	Alimentos ricos en proteínas	26
3.1.5.3	Dosis y frecuencia de las comidas	27
3.1.5.4.	Registro	28
3.1.5.5.	Sanidad	28
3.1.5.6.	Enfermedades	29
3.1.5.6.1.	Enfermedades carenciales	29
3.1.5.6.1.1.	Avitaminosis "C"	29
3.1.5.6.2.	Enfermedades infectocontagiosas	31
3.1.5.6.2.1.	Salmonelosis	31
3.1.5.6.2.2.	Neumonía	31
3.1.5.6.2.3.	Colibacilosis	32
3.1.5.6.3.	Parásitos externos	32
3.1.5.6.3.1.	Piojos	32
3.1.5.6.3.2.	Hongos	32
3.1.5.6.4.	Parásitos internos	33
3.1.5.6.4.1.	Nemátodos o gusano redondo	33
3.1.5.6.4.2.	Coccidiosis	33
3.2.	(ENSILAJE)	33
3.2.1.	Preservativos para ensilaje	37
3.2.2.	(Uso de ácido)	38
3.2.3.	Pérdidas de nutrimentos en ensilaje	39
3.2.4.	(Características del buen ensilaje)	40
3.2.5.	(Ensilaje de pescado)	42
3.2.6.	Importancia del ensilaje en la alimentación	45
3.2.7.	(Valor nutritivo del ensilaje)	46
3.2.8.	Análisis bromatológico del ensilaje de pescado	51
4.	RESULTADOS ESPERADOS	83
5.	HIPOTESIS DEL TRABAJO	84
6.	JUSTIFICACION	85
7.	DEFINICION DE VARIABLES	87
8.	METODOLOGIA	89
8.1.	MATERIALES Y EQUIPOS	89
8.2.	PROCEDIMIENTO	90
8.2.1.	Elaboración de dietas	91
8.2.1.1.	Componentes alimenticios	91
8.2.1.2.	Tratamiento térmico	92
8.2.1.3.	Formulación y preparación del alimento concentrado	92

8.2.1.4.	Mezcla	94
8.2.1.5.	Peletizado	94
8.2.1.6.	Secado y almacenado	94
8.3.	✓ EVALUACION NUTRICIONAL	95
8.4.	LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	95
8.5.	CONSTRUCCION DE LA JAULAS	95
8.6.	ADQUISICION DE LOS EJEMPLARES DE CURI	97
8.7.	ELABORACION DEL ENSILAJE ACIDO - HUMEDO DE PESCADO	97
8.7.1.	Análisis bromatológico	99
8.8.	ENSAYOS BIOLÓGICOS EN CURI DE LOS ENSILAJES DE PESCADO	99
8.8.1.	Elaboración de las dietas	99
8.8.2.	Evaluación nutricional del ensilaje en Curi	100
8.9.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	102
8.10.	ANÁLISIS DE COSTOS	102
9.	DISCUSION DE RESULTADOS	104
9.1.	PROCEDIMIENTO	104
9.1.1.	Elaboración de las dietas	104
9.1.1.1.	Molienda y almacenamiento	104
9.1.2.	Análisis bromatológico del ensilaje	107
9.1.3.	Elaboración de las dietas	110
9.1.4.	Evaluación de la calidad proteínica	110
9.1.4.1.	Contenido proximal de las dietas	110
9.1.5.	Ensayos nutricionales	114
9.1.5.1.	Índice de Eficiencia Proteínica (PER)	114
9.2.	INTERPRETACION DEL DISEÑO ESTADÍSTICO EXPERIMENTAL	118
9.2.1.	Análisis de varianza	118
9.2.1.1.	Índice de Eficiencia Proteínica (PER)	118
9.2.1.2.	Cálculo del Factor de Correlación (F.C)	120
9.2.1.3.	Cálculo de la Suma de Cuadrados (S.C)	120
9.2.1.3.1.	Suma de Cuadrados Totales	120
9.2.1.3.2.	Suma de Cuadrados (Tratamiento)	121
9.2.1.3.3.	Suma de Cuadrados (Error)	121
9.2.1.4.	Grado de Libertad Total (G.L)	121
9.2.1.4.1.	Grado de Libertad (Error)	121
9.2.1.4.2.	Grado de Libertad (Tratamiento)	121
9.2.1.5.	Cuadrado Medio Total	121
9.2.1.5.1.	Cuadrado Medio (Tratamiento)	122
9.2.1.5.2.	Cuadrado Medio (Error)	122
9.2.1.6.	Frecuencia Calculada (F.C)	122
9.2.1.7.	Cálculo del Coeficiente de Variabilidad.	122

9.2.1.8.	Prueba de comparaciones múltiples de Duncan	124
9.2.1.9.	Error estándar de la media	124
9.2.1.10.	Cálculo del Límite de Significancia	125
9.2.1.11.	Cálculo de las diferencias entre medias	126
9.2.2.	Per Relativo (R - PER)	127
9.2.3.	Razón Neta Proteica (NPR)	129
9.2.4.	NPR Relativo (R - NPR)	130
9.2.5.	Eficiencia Alimenticia (EA)	139
9.2.6.	Digestibilidad Aparente (DA)	133
9.3.	ANÁLISIS PRELIMINAR DE COSTOS	135
9.4.	PRECIO DE VENTA PRELIMINAR DE LOS ENSILAJES DE PESCADO	138
9.5.	COSTOS DE PRODUCCION DE LAS DIETAS ELABORADAS	139
9.6.	COSTOS ECONOMICOS DE LOS ENSAYOS NUTRICIONALES	143
9.6.1.	Costos de la especie menor Curí	143
9.6.2.	Evaluación de los ensayos nutricionales	144
		145
10.	CONCLUSIONES	
11.	RECOMENDACIONES	149
12.	RESUMEN	151
13.	BIBLIOGRAFIA	154
	ANEXOS	159

## LISTA DE GRAFICAS

	pág.
GRAFICA 1. Crecimiento típico y las curvas de consumo de los ensayos alimenticios en pollos.	49
GRAFICA 2. Variación del contenido de humedad de los ensilajes de Tiburón, Macabí y Lisa, en función del tiempo de almacenamiento en envase claro.	56
GRAFICA 3. Variación del contenido de humedad de los ensilajes de Tiburón, Macabí y Lisa, en función del tiempo de almacenamiento en envase oscuro.	57
GRAFICA 4. Variación del contenido de proteína bruta (g/100g), en ensilaje de Tiburón, Macabí y Lisa, en función del tiempo de almacenamiento en envase claro.	60
GRAFICA 5. Variación del contenido de proteína bruta (g/100g), en ensilaje de Tiburón, Macabí y Lisa, en función del tiempo de almacenamiento en envase oscuro.	61
GRAFICA 6. Variación de la relación $NNP/NT \times 100$ , en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase claro.	64

GRAFICA 7.	Variación de la relación NNP/NT x 100, en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase oscuro.	65
GRAFICA 8.	Variación del contenido de proteína verdadera en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase claro.	67
GRAFICA 9.	Variación del contenido de proteína verdadera en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase oscuro.	68
GRAFICA 10.	Variación del contenido de grasa en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase claro.	70
GRAFICA 11.	Variación del contenido de grasa en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí en función del tiempo de almacenamiento en envase oscuro.	71
GRAFICA 12.	Variación del contenido de ceniza en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase claro.	74
GRAFICA 13.	Variación del contenido de ceniza en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase oscuro.	75
GRAFICA 14.	Variación del contenido de calcio en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase claro.	77

- GRAFICA 15. Variación del contenido de calcio en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase oscuro. 78
- GRAFICA 16. Variación del contenido de fósforo ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase claro. 80
- GRAFICA 17. Variación del contenido de fósforo en ensilaje de Tiburón, Lisa y Macabí, en función del tiempo de almacenamiento en envase oscuro. 81



## LISTA DE TABLAS

		pág
TABLA 1.	Composición química de algunos alimentos vegetales.	24
TABLA 2.	Composición química de algunos animales empleados en nutrición humana.	25
TABLA 3.	Composición bromatológica del Tiburón (Especies más comunes en la zona).	53
TABLA 4.	Composición bromatológica de la Lisa ( <u>Mugil incilis</u> ).	54
TABLA 5.	Composición bromatológica del Macabí ( <u>Elops saurus</u> ).	55
TABLA 6.	Composición bromatológica de los ensilajes de Tiburón (Especies más comunes de la zona) Macabí ( <u>Elops saurus</u> )	109
TABLA 7.	Composición bromatológica de las dietas formuladas y elaboradas a partir de los ensilajes de Tiburón, Macabí y una mezcla Macabí - Mapalé para la especie menor Curí ( <u>Cavia cobaya</u> ).	111
TABLA 8.	Características propias de cada dieta	113

peletizado elaborada de los ensilajes de Tiburón (especies más comunes de la zona) Macabí (Elops saurus) y la mezcla Macabí (Elops saurus) - Mapalé (Cathorops spixii).

TABLA 9.	Significancia estadística mediante la prueba de Duncan en los resultados obtenidos en los ensayos alimenticios en la especie menor Curí.	115
TABLA 10.	Análisis de varianza para índice de eficiencia proteica (PER), determinada en Curí ( <u>Cavia cobaya</u> ), alimentados con cuatro dietas durante veintiocho (28) días.	123
TABLA 11.	Significancia estadística, mediante la prueba de Dunca, entre los promedios de PER, NPR, EA y DA, obtenidos en los ensayos nutricionales en Curí.	128
TABLA 12.	Análisis de costos preliminares de los ensilajes de Tiburón, Macabí y Mapalé.	136
TABLA 13.	Precios de venta de los ensilajes de pescado elaborados para alimentar la especie menor Curí ( <u>Cavia cobaya</u> ).	140
TABLA 14.	Análisis de costos preliminares de las dietas, elaboradas a partir de Tiburón, Macabí y mezcla Macabí - Mapalé.	141

## DIAGRAMAS

		pág.
DIAGRAMA DE FLUJO 1.	Preparación del alimento peletizado, destinado al ensayo nutricional en Curi ( <u>Cavia cobaya</u> ).	93
DIAGRAMA DE FLUJO 2.	Preparación del ensilaje ácido - húmedo de pescado a partir de Tiburón (Especies más comunes de la zona) Macabí ( <u>Elops saurus</u> ) y Mapalé ( <u>Cathorops spixii</u> )	105

## FIGURAS

pág.

- FIGURA 1. Modelo de jaula mixta de hierro y malla metálica para la cría experimental del Curí (*Cavia cobaya*). 98

## ANEXOS

	pág.
ANEXO 1.- Registro de pesos de los Curies ( <u>Cavia cubaya</u> ).	159
ANEXO 2.- Tabla de Duncan para calcular frecuencia ( F ), con grado de liber- tad, error y	161*

## 1. INTRODUCCION

\*  
La técnica de los diferentes métodos de ensilaje consiste en dirigir y aprovechar las fermentaciones que se producen en las masas acumuladas de materia orgánica, de manera que sólo subsistan las favorables, evitando el desarrollo de las nocivas (14).

El interés en el ensilaje de pescado está relacionado con el deseo de utilizar al máximo los restos y desperdicios del pescado, en lugares donde la cantidad implicada por costos de transporte impiden la fabricación de harinas. Esta situación es común en los trópicos donde la pesca se lleva a pequeña escala. Diariamente y/o en las estaciones abundancia de pesca, ocurre a causa de las dificultades de transporte y de las inadecuadas facilidades de procesamientos por lo que estos excedentes de pescado son con frecuencia subutilizados.

Hay pruebas que indican que el indígena que pobló toda la América antes del descubrimiento, era un excelente

agricultor, que empleaba altas técnicas en las labores del campo, como lo demuestran sistemas tan maravillosamente diseñados para desarrollar los cultivos en las faldas de las cordilleras de los Andes. Eran a su vez, excelentes criadores de animales que domesticaban y de los cuales sacaron gran provecho, tanto en el desempeño de las labores agrícolas como para su sustento y abrigo. Fueron los primeros criadores de animales tales como la vicuña, la llama, la alpaca, y el curí, este último llamado por ellos Cuy, mamífero roedor, de tamaño variado, patas cortas, sin cola, con orejas redondas peladas, o con poco pelo, de mucha semejanza a las ratas; con colores en su pelo de diversas tonalidades (6).

Según la tradición, el curí era una de las bases de la alimentación popular de los poblados indígenas y figuraba como el elemento principal en los ritos religiosos (12).

Testimonios de crónicas y trabajos realizados en nuestro medio durante la conquista y épocas posteriores afirman que los antepasados de varias regiones de la que hoy son los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Caldas, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Magdalena y Antioquia; criaban el Curí en grandes cantidades y lo utilizaban como complemento de las dietas alimenticias; costumbre que persiste en algunos de estos departamentos,

especialmente en Nariño y Cauca, en donde es una fuente de ingresos económicos de las familias que logran criar un número mayor del necesario para su propio consumo (6).



\*

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Suministrar en forma de alimento peletizado, ensilaje ácido húmedo de las especies Macabí (Elops saurus), Tiburón (especies más comunes de la zona) y Mapalé (Cathorops spixii) a una especie menor como el Curí (Cavia cobaya), y determinar la posibilidad de su explotación intensiva a nivel hogareño.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1. Suministrar un alimento peletizado con ensilaje ácido húmedo de las especies pesqueras Macabí (Elops saurus), Tiburón (especies más comunes de la zona) y de la mezcla Mapalé (Cathorops spixii) - Macabí (Elops saurus), en proporción 1:2.96, como suplemento alimenticio para la cría del Curí en jaulas.

2.2.2. Determinar cuál de las tres (3) dietas peletizadas

\*  
con nivel de proteína entre 16.40% y 19.05% produce las mejores respuestas de Eficiencia Alimenticia (EA), Índice de Eficiencia Proteica (PER), Razón Proteica (NPR) y Digestibilidad Aparente (DA), durante la fase de experimentación.

2.2.3. Determinar la significación estadística de las respuestas nutricionales obtenidas con los productos peletizados, formulados y elaborados con los tres tipos de ensilaje de pescado, en relación a una dieta control consistente de un concentrado comercial peletizado, de la Casa Purina (Casa y Granja, producto para conejos), con 14% de proteínas.

2.2.4. Determinar el costo económico preliminar de la producción o cría del Curi alimentado con las mencionadas dietas peletizadas, formuladas y elaboradas con las tres (3) clases de ensilaje de pescado.

### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1. GENERALIDADES

Zaldivar, A. (1976) comunica que en estudios estratigráficos hechos en el templo del cerro Sechín (Perú), se encontró abundante estiércol del curí y se determinó que en los años 300 a 250 antes de Cristo, el hombre ya utilizaba la carne de este roedor como alimento. Posteriormente en el año de 1400 después de Cristo, esta cultura tenía establecidas explotaciones de cuyes en la mayoría de sus casas.

Muchos autores confirman que el curí, es un roedor originario de los países Andinos (Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia, Panamá y Venezuela), donde los pobladores nativos criaban esta especie en cautiverio y su carne se utilizaba como componente básico de la dieta diaria, que además incluía papa, quinua, maíz, ulloca y oca, alimento disponible y muy apetecidos en aquellas épocas.

##### 3.1.1. Características principales del Curí

Según ORR, 1966, la clasificación zoológica del curi es la siguiente:

Phylum	Vertebrata
Sub-phylum	Gnathostomata
Clase	Mammalia
Sub-clase	Theria
Infra-clase	Eutheria
Orden	Rodentia
Sub-orden	Hystricomorpha
Familia	Cavidae
Género	Cavia
Especie	<u>C. porcellus</u> o <u>C. cobaya</u> <u>C. aperea aperea</u> <u>C. cutheri</u>

Presentan diferencias notorias entre especies. Según el tamaño, existen pequeños, medianos y grandes; algunos presentan varios colores y otros uno sólo. Los hay de pelo corto y pelo largo, liso y con remolino, crespo o mechudos (4).

A la vista no presentan diferencias de uno a otro sexo. El macho se puede distinguir por tener más grande y fuerte la cabeza, ser más ágil, arisco y esquivo que la hembra. Los machos adultos poseen un tamaño menor que el de las

hembras, carácter que suele ser general en todos los roedores.

Al año de edad, los machos alcanzan hasta 25 centímetros de longitud y tienen de 8 - 10 centímetros de alzada; pesan un promedio de 1.000 gramos, según la variedad o raza y según se desarrollen en clima medio, cálido o frío (29).

Las patas o extremidades en ambos sexos son cortas; el cuerpo y el cuello son redondeados y anchos. No poseen cola externa visible, aunque llevan el vestigio de siete (7) vértebras caudales y de tamaño variable, ligeramente caídas o poco dobladas (6).

Los colores en ambos sexos son variados y muy vistosos; los hay completamente blancos, amarillo claro, amarillo encendido, moros requemados y mezclados de todos los colores en el mismo animal. Algunos poseen remolinos en la cabeza, los cuales los hacen lucir en forma curiosa (29).

El curi acostumbra ingerir su propio excremento con el propósito de extraer ciertos aminoácidos y algunas vitaminas no logradas durante su primera ingestión y que necesita para su metabolismo; también se considera esta

costumbre como medida de defensa para sobrevivir cuando por alguna causa son sometidos a varios días de hambre o por falta de comida, o por abandono.

La vida máxima del curí tanto de la hembra como la del macho está entre 6 y 8 años y desde los tres (3) primeros meses de edad hasta su muerte son fecundos (29).

La vida productiva recomendable del curí es de 18 meses, su temperatura rectal es de 38 a 39 grados centígrados, su frecuencia respiratoria promedio varía de 81 a 90 respiraciones por minuto; su ritmo cardíaco promedio oscila entre 230 a 280 pulsaciones por minuto, su número de cromosomas es de 64 (4).

Sin duda alguna el curí actual es el que se desarrolló en Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia; en términos generales está clasificado de acuerdo a varios caracteres: Tamaño, color, forma de las orejas, extremidades y por algunos hábitos o comportamientos especiales. Se conocen algunas razas como:

Raza Blanca

Raza Mora, mechudo o remolino

Raza Manzana.

Raza Pintada.

Raza Guaitiana.

Raza Puerco.

Raza Requemado.

Raza Negra.

Raza Angora.

Raza Chunguse.

Raza Parendera.

Otras razas o tipos de curí:

Tipo Calentano

Tipo Friano.

Tipo Patón

Tipo Pastuso

Tipo Macabea.

Actualmente el Perú se cataloga como el mayor productor y consumidor del curí en el mundo, allí sacrifican anualmente alrededor de 65 millones de animales.

En Colombia, el Departamento de Nariño se cataloga como el mayor productor y consumidor, con una población que se acerca a un millón de ejemplares aproximadamente y representa el 80% del total existente en el país, de acuerdo con estadísticas del ICA, Regional No. 5 Nariño (6).

En explotaciones curriculares, en general el peso de los gazapos al nacer depende de un alto porcentaje del nivel nutricional de sus progenitores y del número de crías por camadas, siendo los unigenitos los de mayor pesos al nacer.

Son animales de rápido desarrollo y muchos duplican su peso a la semana de edad, ya que la leche materna de que se alimentan es de calidad nutricional extraordinaria; nacen con los ojos abiertos, cuerpo cubierto de pelos, pueden caminar inmediatamente después de nacidos, y a pocas horas de este hecho consume forraje y concentrado a voluntad (6).

En términos generales, la morfología externa del curí consta de:

Cabeza.

De forma cónica y representa la cuarta parte del tamaño corporal, provista de orejas grandes y caídas, de bordes continuos y bastante irrigadas.

Ojos.

Grandes, redondos, con pocos reflejos, de color rojo o negro, no parpadean, desprovistos de pestañas y cejas.



Hocico.

Cónico, con fosas nasales y ollares pequeños y sin pelos. La boca es pequeña, con el labio superior partido y el inferior entero. Provisto de pelos táctiles a manera de bigote en la parte lateral de los mismos.

No suceden cambios de dentadura de la leche a dentadura adulta en el curí.

Nariz.

Al igual que las fosas nasales es pequeña y pigmentada en animales de pelaje oscuro.

Cuello.

No es bien definido; corto masculino y ancho. El animal aparenta tener la cabeza pegada al cuerpo. Está formado por siete (7) vértebras cervicales con atlas y axis bien desarrollados.

Cuerpo.

De forma cilíndrica alargada. Tórax formado por trece (13) vértebras dorsales; las tres últimas costillas son flotantes. A la altura de las vértebras cervicales y después del cuello, se observa una grande y abultada que

recibe el nombre de morrillo.

Pecho.

No muy amplio.

Abdomen.

Voluminoso y de gran capacidad. La región del lomo tiene como base anatómica las siete (7) vértebras unidas que forman un sólo hueso que continúa en las cuatro (4) vértebras coxigeas. El ano es de forma ovalada.

Pelaje.

Puede ser de pelos cortos o largos, en una misma dirección o entre cruzados, capa de un sólo color o mezcla de varios colores.

Extremidades.

Las anteriores son más cortas que las posteriores, terminan en dedos provistos de uñas grandes y gruesas; con cuatro (4) dedos en cada extremidad anterior y tres (3) para cada una de las posteriores. sin embargo hay especies polidáctiles, algunos hasta con nueve (9) dedos.

El curí utiliza las cañas de las patas posteriores para

posarse en ellas, las cuales son callosas, fuertes, con uñas largas, duras y encorvadas (4).

### 3.1.2. Alojamientos

Hay tres (3) sistemas de alojamiento (3):

En libertad

En semi-libertad

en reclusión permanente.

#### 3.1.2.1. Sistema de Libertad

En el sistema de libertad el animal puede moverse libremente, sin control alguno y por lo general su vida queda al arbitrio o ingenio propio, tal como sucede con los animales salvajes o del campo.

#### 3.1.2.2. Sistema de Semi-libertad

En el sistema de semi-libertad, el campo de acción tiene cierto límite y aunque goza de espacio suficiente; por lo general su alimento depende de lo que el hombre le suministre.

#### 3.1.2.3. Sistema de reclusión permanente

En el sistema de reclusión permanente los animales son

recluidos en jaulas, galpón o recinto, con espacio reducidos y el hombre encausa y dirige totalmente su vida.

Se entiende por jaula o cuyero, toda construcción de cualquier material, propia para servir al curí como morada, para procrear, alimentar y engordar (3).

Investigaciones realizadas en el Perú y Colombia, han demostrado que el curí se produce muy bien en zonas donde la temperatura oscila entre 14 y 22 grados centígrados, con buena ventilación, luminosidad interior y humedad por debajo de 60%.

Técnicamente puede recomendarse galpones estandar de 10 m de largo por 6 m de ancho, aunque estas dimensiones pueden ampliarse, hasta promedio de 40 - 50 m de longitud como máximo, siempre y cuando el ancho no sobrepase los 12 m, porque a mayores dimensiones, la ventilación y la luminosidad del galpón son deficientes y presentan altas concentraciones de aire viciado en su interior, debido a la descomposición de las deyecciones sólidas y líquidas eliminadas por los animales, presentándose el riesgo de asfixia y mortalidad en la población curícola alojada (4).

El uso de las jaulas o cuyeros trae las siguientes

ventajas:

- a.- Las montas o acoplamiento de los animales reproductores son regulados.
- b.- Se puede mejorar la raza y tipo mediante selección y cruzamientos adecuados.
- c.- Permite la separación de los animales por edad, sexo y actividad reproductiva.
- d.- Las enfermedades de los animales se controlan más fácilmente y, por ende, disminuye la mortalidad.
- e.- Mejor aprovechamiento del grano, forraje peletizado y cualquier tipo de alimento para el curí.
- f.- Es posible descubrir y eliminar aquellos animales que no reúnen condiciones como reproductores.

Se pueden contruir las jaulas o cuyeros siguiendo varios modelos y usando distintos materiales; pero en términos generales, todos deben reunir algunas condiciones especiales. Le queda al criador la libre elección del modelo que se adapte más exactamente a los factores de capital, terreno, mano de obra y alimentación.

Las jaulas pueden instalarse en el suelo o en forma elevada, los materiales de construcción son:

Madera, cemento, hierro y malla. De todos modos, sea cual fuere el material usado, éste debe reunir las siguientes características (3).

- a.- Fácil limpieza.
- b.- Ventilación permanente.
- c.- Si el piso es de malla con agujeros cuadrados o hexagonales.
- d.- Comederos y pasteras adecuadas.
- e.- Nidales o madrigueras amplias.
- f.- Las puertas deben abrirse hacia el exterior.

#### 3.1.2.3.1. Ubicación de los cuyeros

La ubicación de los cuyeros o jaulas obedece a una serie de factores, entre ellos: Clima, orientación al sol, vientos dominantes, grado de humedad. Y hasta cierto punto configuración y construcción del suelo.

La agrupación de las jaulas puede ser en línea, en doble línea, o el galponcito en serie o independiente. La distribución de las jaulas en forma lineal es la mejor,

porque es la más manejable (6).

### 3.1.2.3.2. Tipo de jaulas.

- a.- De madera
- b.- Mixta (madera y malla)
- c.- De metal
- d.- Jaula o cuyero en el suelo.

### 3.1.2.3.3. Complemento de las jaulas.

Son complementos importantes de todo tipo de jaulas o cuyeros:

Las pasteras, los comedores, bebederos y los nidos, madrigueras o refugios, que facilitan el trabajo del criador y evitan el desperdicio de los alimentos.

### 3.1.3. Normas sobre alimentación del curi. \*

El curi es un roedor herbívoro y la base de su alimentación la constituye principalmente los pastos y forrajes, además de subproductos de cosecha, molinería, cervecería y desperdicios de cocina. El uso de

concentrado y granos se limita solo para explotaciones de tipo comercial, con animales mejorados, puesto que la utilización de alimentos balanceados y granos incrementa los costos de producción en un 20% aproximadamente, como lo demuestra ensayos hechos por investigaciones peruanas (4).

En el aspecto alimenticio es preciso seguir algunas normas que se estiman esenciales:

3.1.3.1. Seleccionar el tipo de alimentación (pastos, hierbas, tubérculos, granos, peletizados, hortalizas), más comunes en la región y que sea más apropiada para su alimentación.

3.1.3.2. Estudiar y escoger los alimentos fuentes de proteína que se encuentran en la región.

3.1.3.3. Atender debidamente las necesidades de vitaminas y minerales de los animales.

3.1.3.4. Suministrar el agua requerida, según sea el tipo de alimentación a la cual esté sometido el animal.

3.1.3.5. Preparar y suministrar debidamente la ración a los animales, conociendo sus costumbres y hábitos.



3.1.3.6. Proporcionar a las hembras gestantes y de cría la ración adecuada y requerida para su estado.

3.1.3.7. Proporcionar a los animales pequeños, cría o gazapitos al destete, una ración equilibrada para su desarrollo y engorde.

3.1.3.8. Analizar y estudiar las dietas más completas y económicas posibles.

3.1.4. El objetivo de la alimentación y nutrición animal efectuada en forma adecuada, es buscar la transformación de los recursos alimenticios en productos útiles para el hombre, como la carne y la leche. Los recursos usados para tal fin son: Los granos de cereales, los productos y subproductos de varios cultivos, los pastos, forrajes, y en general, hierbas. En el presente trabajo se experimentará ensilaje ácido de pescado.

Otro fin de la alimentación adecuada es el de proporcionar bienestar al animal; químicamente el alimento suministrado está constituido por agua, carbohidratos, grasas, proteínas y minerales (7).

3.1.4.1. Agua.

Es un constituyente importante en los alimentos y en los minerales, los alimentos verdes succulentos en crecimiento tiernos, tienen un contenido aproximado de 75% de agua; entre tanto los granos solo tienen de 10 - 15% de humedad. En los animales, más del 50% del organismo es agua, aunque este valor es de 75% en los músculos y órganos internos (8).

#### 3.1.4.2. Carbohidratos.

Los carbohidratos en las plantas constituyen aproximadamente el 75% de la materia seca; son la fuente principal de energía para los animales cuya alimentación es a base de pastos y forrajes. Igual papel juegan las grasas que proporcionan 2.5 veces más energía que un peso igual de carbohidratos y proteínas. Las proteínas tienen menos importancia que los carbohidratos como fuente de energía en la alimentación práctica de los animales, debido principalmente a que ellas se digieren, absorben y transforman con mayor facilidad que las grasas (8.32).

#### 3.1.4.3. Proteínas.

Las proteínas son componentes fundamentales en la alimentación de los seres vivos, la función primordial de estas en la dieta alimenticia, es suministrar al organismo

una mezcla de elementos llamados aminoácidos (A.A.), cuyos balances sean apropiados para la síntesis y mantenimiento de la proteína en los tejidos (32).

La ración debe aportar una cantidad mínima de cada uno de los aminoácidos indispensables, cantidad que varía con la edad y estado de actividad (8,32).

La parte mineral de los alimentos o del cuerpo de los animales es muy variable; según la especie y la distribución difiere notablemente en los animales así: El calcio y el fósforo en las plantas, con excepción de las leguminosas que son ricas en calcio, forman porciones más bien pequeñas de cenizas; en cambio en los animales, ambos alimentos constituyen el 70% de las cenizas. Tabla 1 y 2. (7.27).

### 3.1.5. Alimentación actual del cuy.

Investigaciones realizadas en Colombia y Perú sobre requerimientos nutricionales del curí en las diferentes etapas de desarrollo, demuestran que estos requerimientos son esencialmente los siguientes componentes y cantidades en su dieta o ración de alimento:

Crecimiento y engorde:

Proteína	12 a 18 %
Energía digestible	2640 a 2860 kcal/kg
Fibra	8 a 18%
Calcio	1.2 %
Fósforo	0.6 %
Potasio	0.35%
Cobalto	1.4 %
Ácido ascórbico	200 mg
Tiamina	16 mg
Riboflavina	16 mg
Piridoxina	16 mg
Niacina	50 mg
Colina	1.5mg

#### Gestación:

Proteína	18 a 10 %
Energía digestible	2860 kcal/kg

#### Lactancia:

Proteína	20 a 22 %
Energía digestible	2860 kcal/kg

Un curi (macho o hembra), consume diariamente de 200-400 g de forraje verde y se puede suministrar hasta 400 g de concentrado, dependiendo del costo del mismo. Los gazapos

**TABLA 1** Composición química de algunos alimentos vegetales.

Alimento	Agua g/100g	Carbohidratos g/100g	Grasa g/100g	Proteína g/100g	Minerales g/100g
Plantas verdes *	76.00	20.10	0.60	2.00	1.30
Maíz	74.00	19.00	0.70	1.40	2.20
Productos vegetales secos **					
Maíz grano	13.20	70.24	4.78	10.50	2.12
Frijol soya (torta)	8.86	28.97	6.11	47.45	7.71
Hojas de alfalfa	8.00	58.95	4.77	23.19	11.10

Fuente \* C. W. Deyre, Kansas state University, 1970

\*\* Hector Herrera, Jorge T. Gallo, Jerome H. Edgar Ceballos.  
Análisis químico bromatológico de algunos alimentos vegetales  
(7).

**TABLA 2** Composición química de algunos animales domesticos empleados en nutrición humana.

Clase de animal	Agua g/100g	Carbohidratos g/100 g	Grasa g/100g	Proteína g/100 g	Minerales g/100 g
Novillo **	54.00	1.00	26.00	15.00	4.60
Cerdo *	58.00	1.00	24.00	15.00	2.80
Gallina **	56.00	1.00	19.00	21.00	3.20
Curi **	42.44	1.00	34.30	17.17	1.09

Fuente: \* C. W Deyre, Kansas State University, 1970

\*\* Konin (7)

o crías consumen diariamente de 50 a 80 g de forraje verde y de 5 a 10 g de concentrado o grano (5).

#### 3.1.5.1. Plantas tóxicas y alimenticias.

Son muy diversas las plantas que el curí aprovecha para su sustento. Generalmente se alimenta con hojas, tallos, alfalfa, cáscara de plátano, banano; sin embargo, también existen plantas tóxicas al curí como el borrachero y borrachillo, hojas de plátano y banano, el perejil, ramas de papa, hojas de tomate, hojas de yuca, higuierilla.

#### 3.1.5.2. Alimentos ricos en proteínas.

Las proteínas son sustancias de gran importancia en la nutrición y alimentación animal. Suplen la necesidad de mantenimiento, crecimiento y producción de alimento para el consumo humano. Los animales como el curí poseen un sólo estómago, no sintetizan totalmente proteínas a partir de materiales o elementos simples; depende para su mantenimiento y producción, de proteínas tanto vegetales como animales para aprovechar los aminoácidos esenciales (AAE), como la Lisina y Metionina, el curí y, en general, los roedores, verifican una coprofagia o ingesta de su propio excremento, para aprovisionarse en esta segunda

· ingestión de (AAE) y algunas vitaminas.

### 3.1.5.3. Dosis y frecuencia de las comidas.

El curí como la mayoría de los roedores comen más en las noches y horas vespertinas que durante el día y menos aún cuando el día es caluroso, puesto que no salen de sus nidos o madrigueras. Por lo tanto, a la hembra en reposo, a los machos reproductores y a los futuros reproductores la comida se les debe suministrar una vez al día y en cantidad suficiente.

Las hembras que crían, lo mismo que a los pequeños gazapitos deben suministrarseles la comida en cantidades tal que puedan ingerirla en las doce (12) horas, tratando que no dejen residuos (3).

Cuando se suministra hierba, pastos, tubérculos, se aconseja hacerlo con prudencia, preferiblemente que hayan sufrido un ligero marchitamiento o secado, para evitar problemas digestivos.

① En términos generales, la frecuencia de las comidas para el curí, depende de la organización de la explotación, pero lo más importante, es que esta alimentación sea



realizada con bastante regularidad de modo que las madres, las crías y los reproductores reciban la cantidad apropiada requerida (6.32).

#### 3.1.5.4. Registro.

En toda explotación curícola técnicamente establecida es indispensable llevar un control pormenorizado de la misma, adoptando un modelo de registro donde se anote datos relacionados con: sexo, pesaje del animal, conversión alimenticia, producción, reproducción, etc., de todos y cada uno de los ejemplares existentes en ella. Se puede llevar registros individuales para cada animal, y un cuadro "Resumen General" de toda la explotación.

La información consignada en los registros, permite en cualquier momento evaluar el estado y comportamiento de la explotación y en caso de existir problemas, buscar las soluciones apropiadas y oportuna a los mismos (4).

#### 3.1.5.5. Sanidad.

El control de las enfermedades en los curies es un factor de vital importancia para incrementar la producción y rendimiento de la explotación. El control debe hacerse tanto para enfermedades endémicas, como para carenciales.

El mejor método de control es la prevención, por lo tanto, se debe diseñar un plan sanitario para la explotación de acuerdo con la incidencia de enfermedades de la zona donde se vaya a ubicar el criadero y cumplirlo estrictamente.

Algunas recomendaciones de tipo sanitario que deben tener en cuenta en una empresa curícolas son:

3.1.5.5.1. Someter a cuarentena animales nuevos llegados al criadero.

3.1.5.5.2. Adquirir animales de planteles curícolas donde se lleve un estricto control sanitario de los mismos, basados en registros.

3.1.5.5.3. Evitar la entrada de animales extraños al galpón como: ratas, aves silvestres, perros, gatos y otros, debido a que son portadores de enfermedades para los curies.

3.1.5.5.4. Mantener en buen estado de funcionamiento las instalaciones y hacer limpieza y desinfecciones periódicas a las mismas, con el fin de garantizar higiene y salubridad en la explotación (4).

3.1.5.6. Enfermedades.

El estado de salud de los animales se puede detectar mediante la observación directa del comportamiento en cuanto a: Consumo de alimento, cambio de peso, color y forma de las heces, estado anímico y reflejos, flujo nasal, diarreas, caída del pelo, timpanismo, abscesos y otros; además, como método de mayor confiabilidad en el diagnóstico de enfermedades, se utilizan los exámenes de laboratorio, con base en diferentes muestras tomadas de los animales que presenten sintomatología de morbimortalidad (4).

Las enfermedades conocidas por los criadores de curies constituyen más que todo, síntomas de alteraciones patológicas que se presentan en animales sanos y pueden ser debidas a uno o varios agentes patógenos y trastornos del organismo, como consecuencia de inadecuadas alimentaciones, malas condiciones ambientales e higiénicas, mal manejo, etc. A continuación se describen en forma sucinta algunas alteraciones patológicas observadas en esta especie:

#### 3.1.5.6.1. Enfermedades carenciales.

##### 3.1.5.6.1.1. Avitaminosis " C ".

En curies alimentados con raciones carentes de vitamina C,

se observan síntomas de escorbuto, tales como: pérdida de peso, cojera, dolor de las extremidades y encías sangrantes.

### 3.1.5.6.2. Enfermedades infectocontagiosas.

#### 3.1.5.6.2.1. Salmonelosis,

Enfermedad muy contagiosa que ataca con frecuencia animales jóvenes y adultos. El curí puede adquirir la enfermedad por ingestión oral del organismo patológico, por consumo de alimentos contaminados con salmonelas, por animales nuevos y roedores contagiados, etc.

Los síntomas de la enfermedad son: Decaimiento general, pérdida del apetito, erizamiento del pelo y postración, diarrea, parálisis de los miembros posteriores y abortos en hembras gestantes (4).

#### 3.1.5.6.2.2. Neumonía.

Se considera como la más frecuente en curies, es causada por cambios bruscos de temperatura, ambientes húmedos y fríos también por camas polvosas. Los síntomas del animal son: Fluídos nasales, estornudos, disnea, anorexia y pérdida de peso. En casos agudos la mortalidad puede ser alta (4).

### 3.1.5.6.2.3. Colibacilosis.

Se presenta preferencialmente en animales jóvenes. Los síntomas más comunes son: Decaimiento y pelo erizado, pérdida del apetito, enflaquecimiento progresivo, fiebre y diarrea blanquecina en algunos casos (4).

### 3.1.5.6.3. Parásitos externos.

#### 3.1.5.6.3.1. Piojos.

Son parásitos de tamaño pequeños y varias especies. Pueden producir escoriaciones en el cuerpo del animal y se alimenta de su sangre. A los curies también los atacan pulgas, garrapatas y niguas (4).

#### 3.1.5.6.3.2. Hongos.

Se presentan cuando en la explotación predominan condiciones de alta temperatura y humedad relativa, atacando indispensablemente a los animales de cualquier edad (4).

Aparece dermatomicosis en cualquier parte del cuerpo, preferencialmente alrededor de la nariz, ojos y frente, produciendo depilaciones circulares con escamas de color amarillo sobre la piel (4).

\*  
3.1.5.6.4. Parásitos internos.

## 3.1.5.6.4.1. Nemátodos o gusanos redondos.

La incidencia de este tipo de parásitos ocurre con mayor frecuencia en animales que se explotan en piso de tierra, con camas húmedas y compactas. Los más comunes son: Strongyloides, capilaria y trichuris (4).

## 3.1.5.6.4.2. Coccidiosis.

Uno de los focos de contagio en las explotaciones<sup>4</sup> curícolas, lo constituyen las heces de los animales enfermos, por ello una buena precaución contra enzootias y epizootias, es la limpieza y desinfección rigurosa de todos y cada uno de los elementos empleados en la explotación.

Los síntomas generales en el animal enfermo son: lesiones a nivel intestinal, diarreas sanguinolentas, anorexia, y malestar general. El abdomen se timpaniza y el tacto aparece blando y vacío. El mayor índice de mortalidad ocurre en animales jóvenes de 4 a 8 semanas de edad. Los adultos ofrecen mayor resistencia (4).

f  
3.2. ENSILAJE

En varias partes del mundo ha habido un interés progresivo

por el ensilaje de pescado como medio de utilización de los residuos de pescado. Las fluctuaciones estacionarias o diarias así como la disponibilidad, con solamente pequeñas cantidades de residuos de pescado, la producción de la harina de pescado. En estos casos la producción de ensilaje de pescado puede ser una solución válida (26).

Uno de los principales problemas que confrontan los agricultores es, y siempre ha sido, el aprovisionamiento de alimentos de invierno para los animales de su granja.

Se han utilizado métodos de conservación, como la desecación artificial o deshidratación de pastos, en los cuales no ocurren pérdidas de materia seca, resultando un producto final digestible de color y contenido vitamínico estable; pero aún existen problemas por resolver al ser considerados sus posibilidades agropecuarias (40).

Se introdujo la utilización de un proceso más práctico e inmediato de conservación sin necesidad de reducir el contenido de agua en cantidad apreciable. A este proceso se le llamó Ensilaje, y al producto resultante Ensilado. El depósito donde se almacenó el producto se denominó silo (sirus: hoyo, hueco) (40).

La primera referencia del ensilaje data del año 1842 y la

\*  
descripción corresponde al sistema de zanjias llenas de pastos verdes, el cual se colocaba en la fosa, lo más rápidamente posible, eliminando aire por medio de apisonamiento y luego sellado del silo (40).

Los primeros usos de los silos fueron la de almacenar granos y más tarde pastos verdes. En Francia el ensilaje se preparó en fosas y zanjias, con paredes de madera y en algunos casos se colocaba un cobertizo encima.

Se ha realizado una revisión de la situación actual con respecto a la producción de ensilado de pescado en Europa. Los más recientes, en países del Reino Unido, Australia y algunos países tropicales en vía de desarrollo. En sí, el ensilaje es un procedimiento de conservación de productos, que consisten en aislarlos del oxígeno del aire provocando en ellos una fermentación especial (Fermentación Láctica). El producto obtenido mantiene sus cualidades durante largo tiempo. La fermentación requiere un aporte de aire, por lo que los productos sólo deben apilarse bajo la presión de un paño, una tabla de madera y piedra. El apilamiento más o menos denso del producto es un medio para regular el proceso de fermentación ya que la ausencia de aire inhibe la formación de ácido acético y butírico (40).

El producto luego de almacenarse con la exclusión de aire,



a <sup>\*</sup> base de empacado compacto del material picado, sigue un periodo corto de respiración y calentamiento del material vivo, con consumo de oxígeno presente entre las partículas prensadas y producción de dióxido de carbono. En esta fase actúan también algunas bacterias aeróbicas.

Con la terminación del oxígeno, existente en la masa prensada, se da principio a una fermentación por acción de bacterias anaeróbicas y desciende la temperatura. Estos organismos anaeróbicos son de dos tipos principalmente (40).

a. Los proteolíticos, que atacan las proteínas produciendo aminas, amoníaco y ácidos aminados.

b. Los ácidos genéticos, o sea los que producen ácidos.

En los cambios normales del ensilaje, la fermentación ácida llega a su máximo alrededor de veinte (20) días después de haberse iniciado; la misma acidez de todo el material (pH = 3.5 - 4.0) detiene la fermentación.

En el caso del forraje cuando se almacena en silos completamente sellados sin acceso de aire ni movimiento de la masa ensilada, debe conservarse indefinidamente (no sólo meses, sino muchos años) sin que ocurra mayores

\*  
cambios en el valor nutritivo del producto.

La conversión del ácido láctico en butírico que caracteriza el ensilaje de mala calidad es proceso aeróbico y está acompañado de una gran producción de calor, por lo que se pierde la energía principal del forraje (40).

En el Instituto de Ciencia y Tecnología de Venezuela, Unidad Central de Venezuela, se obtuvo ensilaje de pescado a partir de una mezcla de especies de pescado, pertenecientes a la fauna acompañante del camarón, mezclando aquellas con mezcla de ácidos fórmico-sulfúrico 3.5% en peso, en relación 1:2; 1:3 y 1:4, respectivamente, con un tiempo de almacenamiento entre 15 y 60 días (9).

### 3.2.1. Preservativos para ensilaje.

Varias sustancias aseguran la formación de buen ensilaje de cualquier forraje, entre ellas, el ácido agregado para asegurar una acidez adecuada y evitar fermentaciones indeseables.

En Europa se utiliza ácido clorhídrico y sulfúrico en el

\*

llamado método A.I.V. (A.I. Virtanen, 1933) y en Estado Unidos se ha usado ácido fosfórico (19).

Se han utilizado extensivamente la adición de materiales de fácil fermentación, que produzcan rápidamente ácido láctico y eviten fermentaciones indeseadas. Se usan granos molidos y mieles de ingenio. El primer método tiene la ventaja que los granos absorben humedad (40).

La miel de ingenio es el material más abundante en América Latina y presenta varias ventajas adicionales de mejorar el consumo por los animales. Se recomienda usar miel diluida con la mitad de su peso en agua.

Otras sustancias usadas con éxito para asegurar la buena conservación del ensilaje son el dióxido de azufre y bisulfito de sodio (40).

### 3.2.2. Uso de ácido.

Virtanen (1933), sugirió el uso de ácido al comprobar que los microorganismos no desaminaban los aminoácidos a un pH menor de cuatro (4), con lo cual la acción de los microorganismos tipo Clostridium y Escherichia coli es inhibida a un pH entre 4 y 5 como también la respiración

\*  
de las células vegetales se inhibe a un pH menor o igual a tres (3).

Sarl (1951), utilizó el ácido fórmico en la preparación de ensilajes, llegando a la conclusión que el método Virtanen (1933) era el mejor sistema.

Mediante la adición del ácido fórmico al pescado molido, los daneses han obtenido ensilado de excelentes condiciones para alimentar aves. El ácido fórmico se vende en Alemania al 90%. por lo que se debe diluir para obtener una solución al 60% (peso/volumen). De los productos naturales, este ácido se encuentra entre los vegetales, por ejemplo las ortigas y entre los animales, en las hormigas, y últimamente se han ensilado algas con Lactobacillus, que producen ácido láctico de buena calidad (13).

En general, el uso del ácido fórmico se considera indispensable ya que se logra un pH bajo, un elevado contenido de ácido láctico, escasas pérdidas de Nitrógeno, bajo contenido de materia seca; además, en contraste con los ácidos minerales, tiene la ventaja de ser metabolizado en el intestino de los animales, como el cerdo y aves de corral (38).

3.2.3. Pérdidas de nutrimentos en ensilajes.

\* Las pérdidas de ensilaje ocurren por maltrato en la superficie, antes y al llenado del silo. Si se usa materia prima de buena calidad, se obtendrá ensilaje de buena calidad. Las pérdidas son inevitables en el proceso de ensilado.

#### 3.2.4. Características del buen ensilaje.

Con respecto a la acidez, los buenos ensilajes poseen un pH menor a 4.5. El ácido láctico es deseable y característico en buenos ensilajes, en porcentajes de 2.5 a 8.0%. El ácido butírico es indeseable y no debe aparecer en proporciones mayores a 0.5%. En relación al contenido de humedad, el buen ensilaje se caracteriza por un contenido entre 65 - 75%.

Soto, Puerta y Steer (1986), determinaron un contenido de humedad entre 72.48 y 78.47% para ensilaje de Lisa (*Mugil incilis*) y Macabí (*Elops saurus*), respectivamente, utilizando ácido fórmico.

Los errores que conducen a la mala calidad del ensilaje pueden ser de varios orígenes. El más común es la falta de compactamiento que da lugar a un exceso de oxígeno dentro de la masa y una fermentación inicial muy fuerte

\* con una elevación de la temperatura (cualquier elevación de más de 40 grados centígrados se considera excesiva), que resulta en mal sabor del ensilaje y pérdida de proteína y energía. El mal sabor puede provenir de hongos y el ensilaje puede llegar a ser peligroso para el consumo de animales (40).

La falta de materiales azucarados o almidonados puede retardarse la fermentación ácida; en el caso de forrajes ricos en proteínas puede ocurrir una fermentación proteolítica excesiva (olor putrefacto en silo).

El exceso de fermentación ácida, puede ser perjudicial cuando hay producción de ácido butírico (olor demasiado penetrante en el ensilaje). Esto puede deberse a una compactación defectuosa del material ensilado, con lo que el aire no sería excluido correctamente.

La utilización de un ácido orgánico (ácido fórmico o ácido propiónico), depende del costo y la disponibilidad del ácido; además de las condiciones en que se prepare el producto.

Petersen (1953) y Loxern (1965) han revisado un sin número de métodos diferentes y sus méritos afines. El ácido fórmico es más costoso que los ácidos minerales comunes,

\* pero produce ensilajes que no son muy ácidos y no requieren ser neutralizados antes de utilizarlos.

En el Reino Unido el preservativo escogido recientemente fué una solución del 85% de ácido fórmico, para prevenir completamente el crecimiento de bacterias dañinas, mohos, y bacterias patógenas (Salmonella y C. botulinum) (30).

En el Simposio sobre ensilaje de pescado, en la Torry Research Station, en Aberdeen (1976), se determinó que después de la licuefacción, la remoción del aceite debe ser necesaria debido a que pueden surgir problemas al ser utilizados para alimentar animales (11, 25, 37).

### ojo. 3.2.5. Ensilaje de pescado.

Se ha podido efectuar la hidrólisis ácida o por inclusión de bacteria, facilitando el proceso fermentativo y el rompimiento de moléculas protéicas; por lo cual la "Pasta de pescado" o "Ensilaje de pescado" se ha constituido en diversos países en un producto muy apreciado para avicultores y curicultores. En Uruguay en 1956 y 1957 se produjeron 350 y 500 toneladas de ensilaje, respectivamente.

Una manera de controlar el daño del pescado se basa en la

\*  
aparición del ácido láctico debido a la fermentación por bacterias (KREUZER, 1954), siendo los carbohidratos los principalmente transformados (24).

La temperatura óptima para la degradación del azúcar por acción de Plantarum lactobacillum, se encuentra entre 25 y 30 grados centígrados (77 - 86 F). Tiene lugar un ligero incremento en el contenido nitrogenado del ensilaje a 20 grados centígrados (70 F), incrementándose también los aminoácidos libres.

En un estado temprano de la degradación del pescado, las bacterias se desarrollan lentamente en el músculo pero más rápidamente en piel, agallas y otras partes externas, (Horie y Sekine, 1954). Un cierto grado de rompimiento por autólisis libera aminoácidos, presumiblemente como prerequisite para un ataque más vigoroso de las bacterias en la carne del pescado (Kovaleva, 1956).

Betabacterium buchneri utiliza ácido glutámico como fuente de energía (V. Meyer 1956), y no puede utilizar carbohidratos para este propósito. En vista del contenido relativamente alto de aminoácidos libres (entre 3 - 7) en el músculo del pescado (B. Ranke, 1959), su cantidad no es suficiente sino para el crecimiento inicial.

En pescado marino la cantidad de aminoácidos libres



\*  
disminuye después que la bacteria ha invadido e iniciado la putrefacción del tejido. Como Siebert (1958) no encontró evidencia para la presencia de enzimas descarboxilantes en el músculo de pescado, existe la posibilidad que la bacteria invasora esté utilizando aminoácidos en el músculo de pescado para iniciar el crecimiento. En el estado más temprano, una suficiente cantidad de aminoácidos será liberado mediante autólisis. Esto a su vez permite un crecimiento bacteriano más rápido; pero también allí podría haber una inhibición de las enzimas que pueden controlar el proceso autolítico.

Este proceso podrá servir para dos propósitos:

- a. Retardando la autólisis y subsiguientemente originando cambios en olor y sabor.
- b. Reduciendo la tasa de crecimiento de bacterias dañinas, necesitando más aminoácidos libres que logren estar más disponibles en el músculo del pescado (13).

El daño parece ser el resultado de un efecto combinado de autólisis y acción microbiana. La autólisis es efectuada por enzimas del tejido y ésta parece ser la forma para el desarrollo microbiano. Los microorganismos contribuyen al daño, unos a otros, directamente por su crecimiento o

indirectamente por excreción de enzimas, las cuales ejercen una acción desintegradora en el tejido huésped.

No parece justificable hablar de un daño especial de la microflora, puesto que este depende enteramente de condiciones para el crecimiento bacteriano creado por un proceso autolítico (13).

Soto, Puerta y Steer (1986), determinaron valores de proteína en ensilaje de lisa (*Mugil incilis*), Macabi (*Elops saurus*), y Tiburón (especies más comunes de la zona), entre 15.64 y 19.14% encontrándose una relación directa entre la desaparición del nitrógeno proteico y la aparición del nitrógeno no proteico, como resultado de la acción hidrolítica del ácido fórmico sobre el músculo del pescado a través del tiempo. Estos autores establecieron, además diferencias en la acción hidrolítica del ácido fórmico al elaborar ensilaje de pescado en sistema de almacenamiento oscuro y claro, ya que en éste último caso, se observó una menor actividad del mencionado ácido, quizás debido a su degradación por la acción de la luz.

### 3.2.6. Importancia del ensilaje en la alimentación.

a. Para mantenimiento, proporcionando al animal la energía y proteínas necesarias para mantener su salud y su peso corporal.

\*  
b. En la producción de leche y grasa (ganado), el ensilaje representa una parte útil en la producción, según sea su valor nutritivo.

c. Numerosas investigaciones en varios países han demostrado que el ensilaje es un constituyente de la dieta, tanto en el desarrollo como en el engorde del animal.

d. En las primeras etapas de crecimiento, los animales necesitan una generosa provisión de vitaminas para continuar su desarrollo y conservar su salud; e igualmente requieren de proteínas y minerales para construir sus estructuras óseas y musculares.

e. Una vez que se ha desarrollado el sistema digestivo del animal joven, será muy beneficioso la inclusión, en dieta, de un ensilaje de buena calidad que sea fácilmente digerible y rico en nutrientes y vitaminas; de manera que el ensilaje de pescado será cada vez más prominente en la ración, a medida que el animal aumenta de tamaño.

f. Otra importancia del ensilaje de pescado preservado con ácido fórmico, es que este ácido, en contraste con los ácidos minerales tiene la ventaja de ser metabolizado en el intestino de los animales (37).

Se ha desarrollado experimentos comparativos, alimentando vacas a nivel casero con heno, paja y avena pulverizada y

\*  
con ensilaje de pescado respectivamente. Se encontró al final que el resultado fue favorable para aquellas que recibieron dieta suplementadas con proteínas las cuales tuvieron un incremento mayor en su peso (13).

Se ha informado acerca de los análisis de los productos ensilados secos (incluyendo los contornos de aminoácidos), limitados a experimento en alimentos en ratas y once ensayos alimenticios en aves de corral (Disney et al; Hoffman et al) (1979), Únicamente se resumirán los resultados de los ensayos alimenticios en aves de corral. Se utilizó una dieta comercial como control y se prepararon todos los productos de ensilaje para que contuvieran un 20% de proteína. En la gráfica 1, se observa el crecimiento típico y las curvas de consumo alimenticio de los ensayos alimenticios en pollos.

El producto preparado en Malawi a partir de pescado de agua dulce y que contenía maíz y harina de yuca, produjo en ganado alimentado, una ingesta alimenticia y una ganancia de pesos inferiores a la del control; pero la Eficiencia Alimenticia fue superior. El producto preparado a partir de pescado expuesto al medio ambiente por doce (12) horas (radio); dió como resultado poco crecimiento en los pollos, mientras que el ensilaje hecho con pescado completamente descompuesto, causó la muerte en

pollos. \*

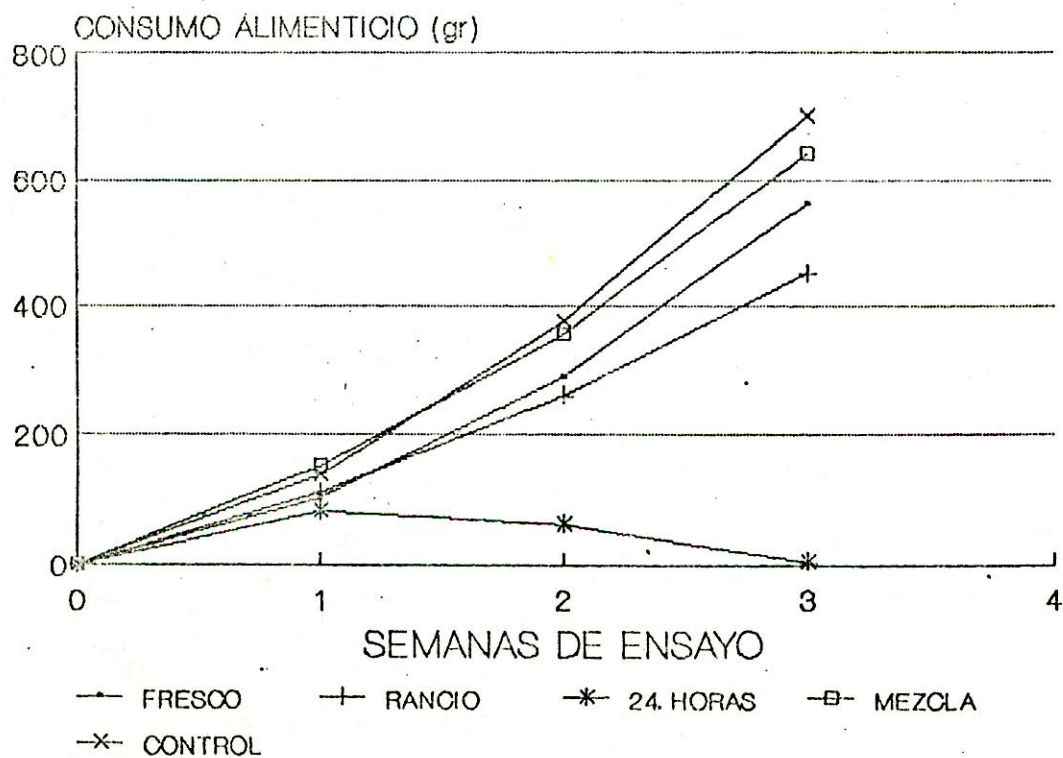
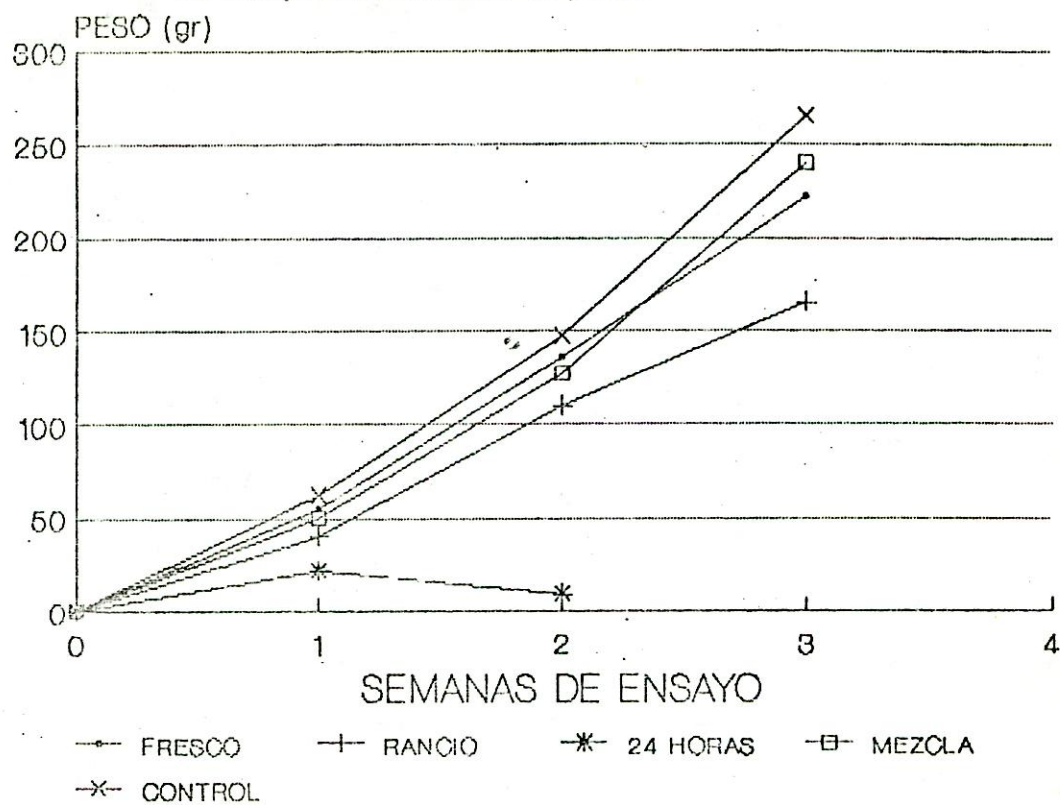
Sin embargo, ensayos alimenticios en que el ensilaje fue elaborado con mezcla de pescado fresco y rancio, fueron utilizados como una alternativa libre, con el control; habiendo aceptación por la mezcla, con óptimo crecimiento (30).

### 3.2.7. Valor nutritivo del ensilaje.

El valor nutritivo de cualquier alimento depende de su contenido de proteínas, grasas, fibras, carbohidratos fácilmente solubles o extracto de nitrógeno (ELN), sales minerales y vitaminas. Aunque la importancia de los dos últimos alimentos para la ración animal se parecía de todo lo que vale, no se toman en consideración cuando se determinan los equivalentes de almidón y proteínas. Estos equivalentes se calculan partiendo de las cantidades efectivas de constituyentes digeribles del alimento, y proporcionan así una guía muy útil acerca del valor del alimento destinado a la producción de grasa, leche o cualquier otro producto animal o bien para el crecimiento del animal joven (40).

Algunos alimentos están constituidos de tal manera que

GRAFICA 1. Crecimiento tipico y las curvas de consumo alimenticio en ensayos nutricionales en pollos



\*  
son adecuados para el mantenimiento y la producción, algunos más como parte de la ración.

En virtud de su color, olor y reacción ácida o alcalina, se puede reconocer cuando un ensilaje ha pasado por una fermentación satisfactoria y ha sido bien conservado; por esto se puede evaluar correctamente su valor nutritivo (39).

Muchos estudios sobre el valor nutritivo del ensilaje de pescado se han llevado a cabo en Gran Bretaña, Escandinavia y Alemania (5.27).

Arnesson y Einarson (1967), utilizaron una mezcla de vísceras de bacalao y desechos de otras especies de pescado. Los ensayos efectuados en pollos establecieron que el producto preparado experimentalmente tenía un valor nutricional igual al preparado con pescado comercial; esto se pudo determinar como consecuencia del incremento en el peso de los animales.

Alvarez (1972), utilizó ratas para calcular el valor proteínico del ensilaje de pescado con relación a la harina de pescado y comprobó que el ensilaje de pescado cumplió con los requisitos proteínicos necesarios para ser utilizado como complemento alimenticio.

\*  
La desventaja que puede presentar el ensilaje de pescado aparece cuando contiene alto contenido de aceite; es decir, porcentajes mayores a 5%, expresado sobre base humedad son considerados inaceptables como ingredientes alimenticio. Esto se puede solucionar separando el aceite, con lo cual los demás componentes del ensilaje se incrementarán en proporción al aceite removido (24).

Jensen (1973), realizó en Dinamarca experimentos alimenticios con cerdos y visón, estableciendo que era nutricionalmente recomendable alimentar cerdos con ensilaje preparado con ácido clorhídrico (HCL) más 1% de ácido fórmico (17).

Un estudio de la literatura sobre el uso del ensilaje de pescado como alimento animal, indica que la evidencia sobre el valor nutricional (y el problema del sabor), es conflictivo. Algunos informes incluyen que el ensilaje con ácido fórmico, es suplemento alimenticio satisfactorio; pero han surgido muchas preguntas sobre lo apetitoso, lo palativo, del efecto del contenido de aceite y la necesidad de los suplementos vitamínicos (11).

### 3.2.8. Análisis bromatológico del ensilaje de pescado

Soto, Puerta y Steer (1986), elaboraron ensilaje ácido de



las especies pesqueras Lisa (Mugil incilis), Macabí (Elops saurus) y Tiburón (especies más comunes de la zona) efectuando análisis bromatológico a la materia prima y en los diferentes ensilajes obtenidos a los dos, cuatro y seis meses de almacenamiento, respectivamente, cuyos resultados se presentan en las tablas 3, 4 y 5.

El contenido de humedad varió entre 72.13% en Tiburón (especies más comunes de la zona) y 75.96% en Lisa (Mugil incilis), valores no muy alejados de los reportados por la literatura (Corvacho, R., 1986).

Con respecto a los ensilajes, no se estableció una variación pronunciada en el contenido porcentual de agua a través del tiempo.

Por ejemplo, tanto en envase claro como en envase oscuro el contenido fue aproximadamente igual al 80%. En el ensilaje de Lisa, los valores variaron entre 72.48 y 78.23%; en el ensilaje de Macabí, el intervalo estuvo comprendido entre 73.37 y 78.47%. Los anteriores resultados pueden compararse con la humedad reportada por la literatura para el ensilaje de desechos de Arenque 75.4% (Disney, J.C., 1976). Los gráficos 2 y 3, describen el antes mencionado comportamiento en los cuales se observa que a través del tiempo hubo un mayor contenido de

TABLA No. 3 COMPOSICION BROMATOLOGICA DEL TIBURON  
(Especies mas comunes de la zona)

Contenido (g/100g)	Materia Prima	Tiempo de Almacenamiento					
		2 meses a	b	4 meses a	b	6 meses a	b
Humedad	72.13	80.31	80.23	80.50	79.50	80.50	80.50
Grasa	0.54	0.80	0.53	1.56	1.44	2.16	2.56
Nitrogeno Total (N.T)	4.04	2.67	2.69	2.83	3.06	2.75	2.66
Proteina Bruta (N.T x 6.25)	25.23	16.16	16.84	17.72	19.14	17.77	16.60
Nitrogeno No Proteico (N.P)	1.57	2.45	2.46	2.29	2.25	1.75	2.41
Nitrogeno Proteico (N.P)	2.47	0.22	0.23	0.54	0.81	1.00	0.25
Proteina Verdadera (NP x 6.25)	15.44	1.37	1.44	3.37	5.06	6.25	1.56
NNP / N.T x 100	38.86	91.80	91.44	80.92	73.52	63.63	90.60
Cenizas	2.10	2.23	2.40	0.22	0.22	0.17	0.14
Calcio (mg/100g)	19.96	21.35	28.44	18.76	18.26	20.28	11.72
Fosforo (mg/100g)	190.00	168.05	119.21	148.50	124.89	178.89	137.26

a. Almacenado en envase de vidrio claro (cristalino)

b. Almacenado en envase de vidrio oscuro

(Referencia 35)

☆

TABLA No. 4 COMPOSICION BROMATOLOGICA DE LA LISA  
(Mugil incilis)

Contenido (g/100g)	Materia Prima	Tiempo de Almacenamiento					
		2 a	meses b	4 a	meses b	6 a	meses b
Humedad	75.96	78.23	72.48	74.50	74.30	73.53	74.50
Grasa	4.20	3.45	8.04	8.94	9.88	9.56	9.31
Nitrogeno Total (N.T)	2.85	2.58	2.69	2.61	2.50	2.66	2.60
Proteina Bruta (N.T x 6.25)	17.84	16.13	16.84	16.34	15.64	16.62	16.20
Nitrogeno No Proteico (NNP)	1.22	2.45	2.49	2.23	1.90	1.75	2.23
Nitrogeno Proteico (N.P)	1.63	0.13	0.20	0.38	0.60	0.91	0.37
Proteina Verdadera (NP x 6.25)	10.19	0.81	1.25	2.37	3.75	5.69	2.31
NNP / N.T x 100	42.80	94.96	92.56	85.44	76.00	65.78	85.77
Cenizas	2.00	2.19	2.64	0.22	0.18	0.29	0.17
Calcio (mg/100g)	17.14	24.05	25.08	34.27	22.71	24.74	22.01
Fosforo (mg/100g)	119.69	142.35	149.69	175.19	154.10	166.50	160.44

a. Almacenado en envase de vidrio claro (cristalino)

b. Almacenado en envase de vidrio oscuro

(Referencia 35)

TABLA No. 5 COMPOSICION BROMATOLOGICA DEL MACABI  
(Elops saurus)

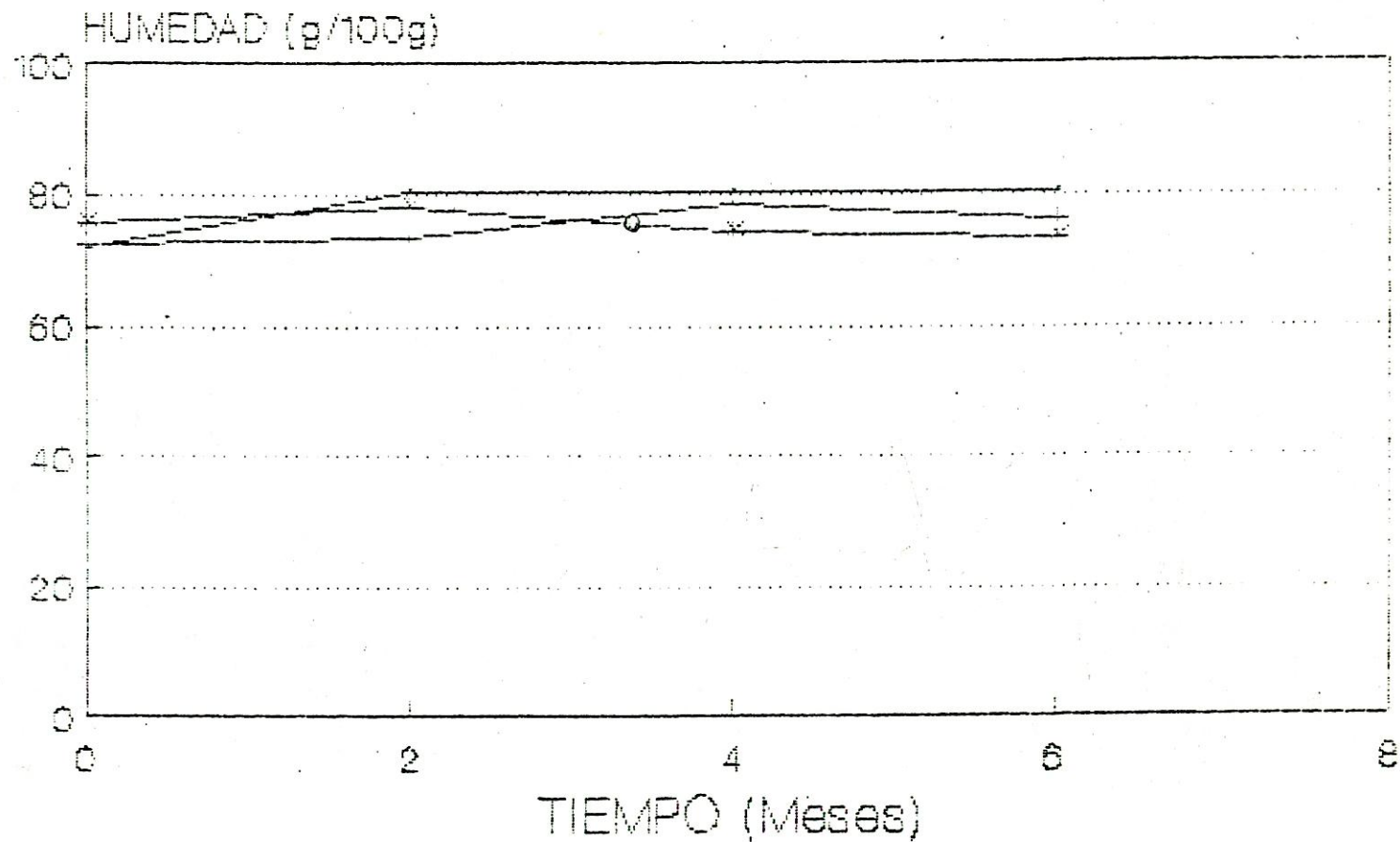
Contenido (g/100g)	Materia Prima	Tiempo de Almacenamiento					
		2 a	meses b	4 a	meses b	6 a	meses b
Humedad	72.69	73.37	76.91	78.47	75.60	76.38	76.13
Grasa	3.84	7.69	5.40	5.26	7.13	7.12	7.60
Nitrogeno Total (N.T)	3.43	2.62	2.59	2.58	2.65	2.60	2.57
Proteina Bruta (N.T x 6.25)	21.44	16.40	16.22	16.12	16.56	16.25	16.06
Nitrogeno No Proteico (N.P)	1.44	2.49	2.26	1.68	1.90	2.45	2.43
Nitrogeno Proteico (N.P)	1.99	0.13	0.33	0.90	0.75	0.15	0.14
Proteina Verdadera (NP x 6.25)	12.44	0.81	2.06	5.62	4.69	0.94	0.87
NNP / N.T x 100	41.98	95.03	87.25	65.11	71.69	94.23	94.55
Cenizas	2.03	2.59	1.47	0.15	0.11	0.25	0.21
Calcio (mg/100g)	26.74	19.74	16.92	28.41	27.58	21.66	22.07
Fosforo (mg/100g)	131.81	159.31	137.10	109.94	182.95	170.40	155.78

a. Almacenado en envase de vidrio claro (cristalino)

b. Almacenado en envase de vidrio oscuro

(Referencia 35)

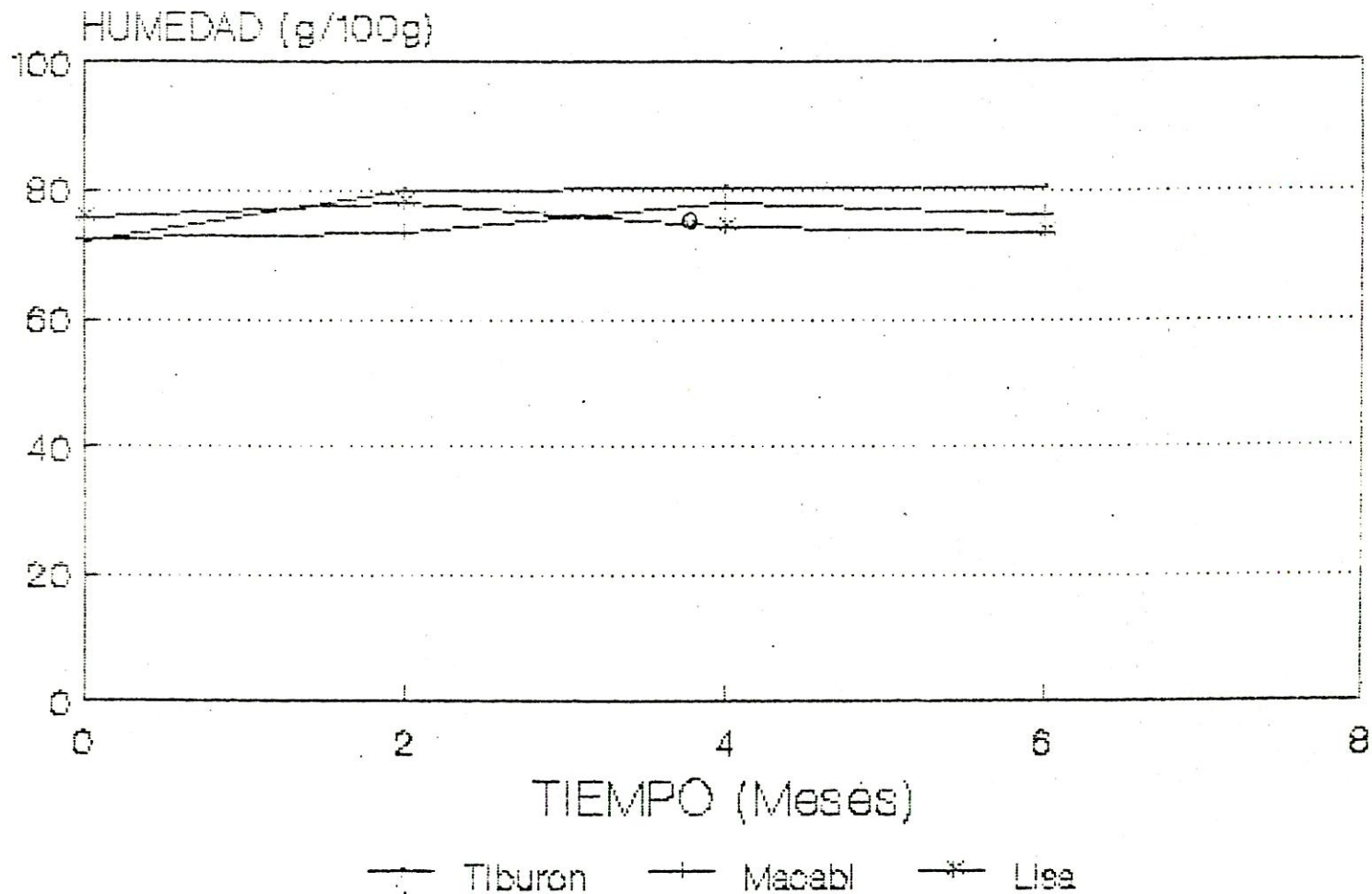
**GRAFICA 2. RELACION CONTENIDO DE  
HUMEDAD - TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES CLAROS**



— Tiburon    —●— Macabi    —\*— Lisa

(Referencia 35)

GRAFICA 3. RELACION CONTENIDO DE HUMEDAD - TIEMPO DE ALMACENAMIENTO ENVASES OSCUROS



(Referencia 35)

\*  
húmedad en el ensilaje de Tiburón y menor en el de Lisa (36).

En relación al contenido inicial de proteína entre la materias primas, el mayor valor lo presentó el Tiburón (especies más comunes de la zona), con 25.23%, no muy alejado del 21.7% reportado por la bibliografía (Lacera, A., 1982). El Macabí (Elops saurus), presentó un contenido de proteína del 21.4%, similar al reportado por la literatura para el Tiburón (Lacera, A., 1982). La Lisa (Muqil incilis), presentó 17.84%, no muy alejado del reportado por la literatura, 14.82% (Stanby, 1986).

Los valores de proteína bruta en todas las especies pesqueras, a través de las diferentes épocas de ensilaje, disminuyeron con respecto al valor inicial. No obstante, independientemente del recipiente (vidrio claro u oscuro), de las especies pesqueras o del tiempo, los valores fueron prácticamente del mismo orden en los diversos ensilajes: entre 15.64 y 19.14%; siendo importante mencionar que fue el ensilaje elaborado con Lisa el que presentó valores de proteína bruta (P.B.) más estables con relación al inicial (35).

En la gráfica 4 se observa que el ensilaje de Lisa (envase claro), mostró la menor variación en el contenido de

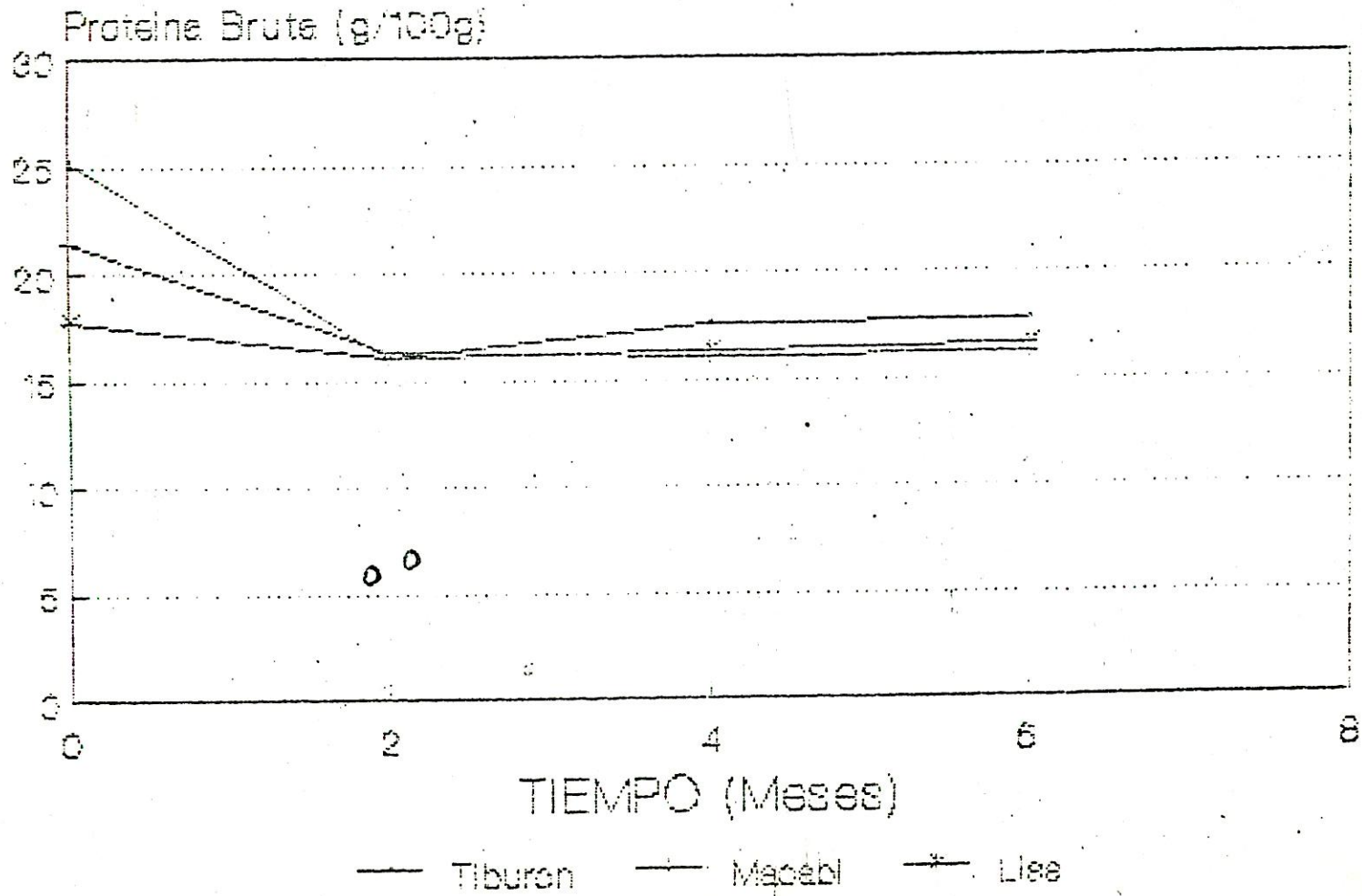
proteína bruta a través del tiempo, y la mayor la presentó el ensilaje de Tiburón, con relación respectiva a sus valores iniciales de proteína. En la gráfica 5, se observa que en envase oscuro el ensilaje de tiburón mostró igual comportamiento; pero durante el almacenamiento, fue el Macabí la especie ensilada que mostró más estabilidad en su contenido de proteína bruta (36).

Los anteriores valores de proteína se encuentran entre los valores establecidos en ensilaje elaborados con desechos de pescado blanco, 15% en ensilaje de desechos de Arenque, 13.5% y en ensilaje de sardinatas, 15% (Disney, J.G., 1976). en las materias primas, el contenido de Nitrogeno No Proteico (N.N.P), representa del Nitrogeno Total (N.T) una variación entre 38 y 86% (Tiburón) y 42 y 80% (Lisa); pero a través del tiempo, el Nitrogeno No Proteico correspondió a una mayor proporción de Nitrogeno total, siendo en algunos casos inclusive hasta del 95.03% (Macabí ensilado en envase claro durante dos meses).

En el caso del ensilaje de Lisa, el nitrógeno no proteico en relación al Nitrogeno Total, fue disminuyendo a medida que se incrementó el tiempo de ensilado; así por ejemplo, en envase claro la variación a los dos, cuatro y seis meses estuvo entre 94.96; 85.44; 65.78%, respectivamente. en el caso del ensilaje de Macabí, la tendencia fue un

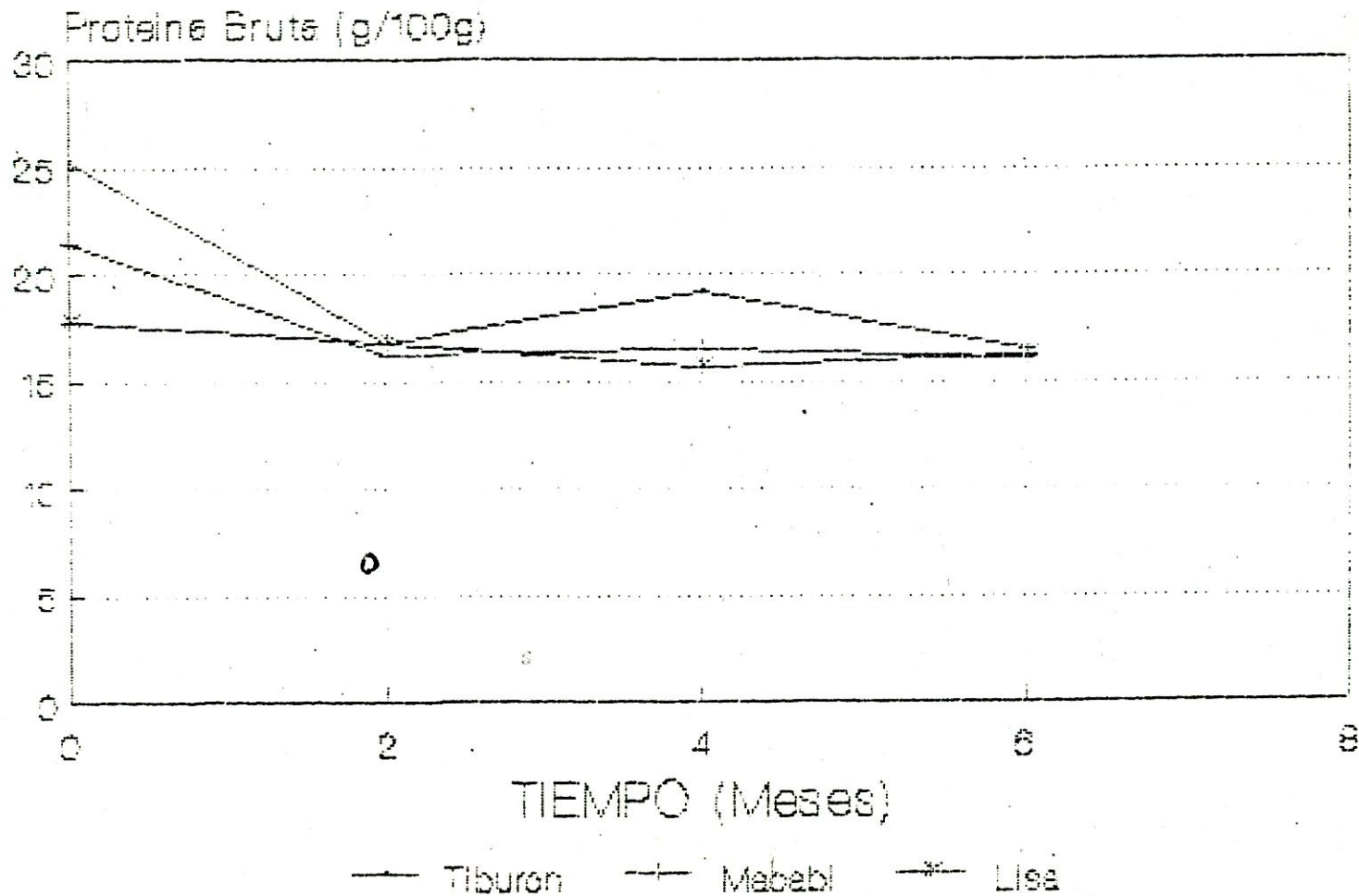


GRAFICA 4. RELACION PROTEINA BRUTA  
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES CLAROS



(Referencia 35)

GRAFICA 5. RELACION PROTEINA BRUTA  
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES OSCUROS



(Referencia: 35)

incremento a los seis meses (94.23%), en envase claro; en envase oscuro la tendencia fué la misma.

En el caso del Tiburón ensilado en envase claro, la relación de NNP/NT tuvo la tendencia a disminuir a través del tiempo de (91.8 a 63.63%). En envase oscuro, la tendencia fué la misma a la presentada por el Macabí.

En todos los casos anteriores se deduce la acción de hidrólisis de las proteínas del músculo del pescado por el ácido fórmico, lo cual se traduce, por tanto, en una distribución alta del Nitrogeno No Proteico (Aminoácidos libres, urea, aminos, trimetilamina, creatinina, creatinas) y un menor cuantificación del Nitrogeno Proteico (N.P).

En la gráfica 6 se describe la variación de  $NNP/NT \times 100$  de los ensilajes en envase claro; se observa una máxima aparición del Nitrogeno No Proteico y por tanto una mayor tasa de proteólisis. A los dos primeros meses de almacenamiento, en las tres especies pesqueras ensiladas, se observa claramente como en el Macabí disminuyó a los cuatro meses, alcanzando nuevamente el máximo a los seis meses. La Lisa y el Macabí presentaron un descenso de la relación NNP/NT mucho más uniforme y gradual a los dos y cuatro meses, respectivamente.

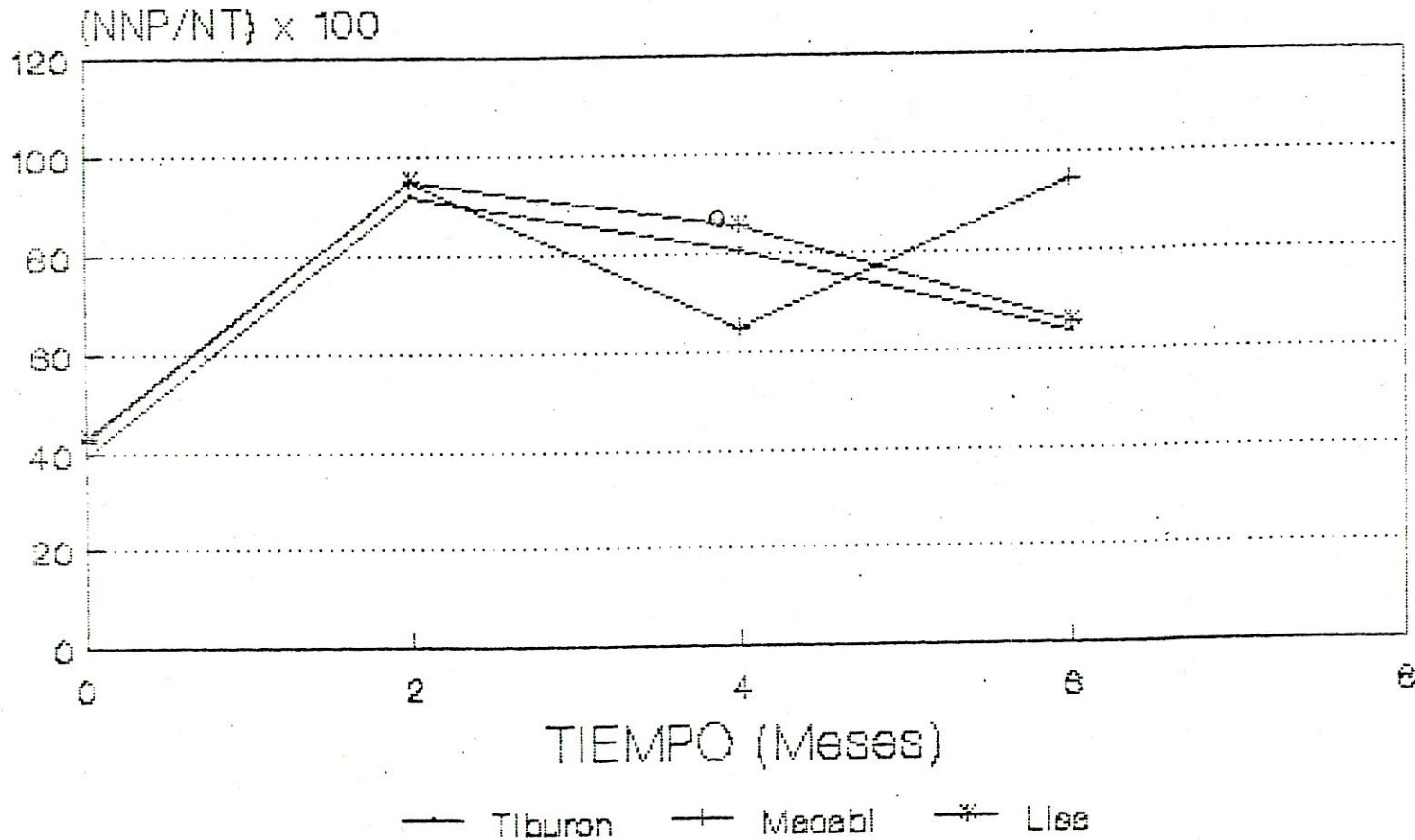
En la gráfica 7, se observa que hubo un comportamiento similar al anterior, en envase oscuro, de la relación  $NNP/NT \times 100$ , existiendo disminución a los cuatro meses en los tres tipos de ensilajes; el Macabi presentó un máximo nuevamente a los seis meses, al igual que el Tiburón.

Contrario al caso de la proteína bruta (P.B) los valores de Proteína Verdadera (es decir, la calculada con el Nitrógeno Proteico), disminuyeron drásticamente en función del tiempo, en cada ensilaje, independientemente del color del envase utilizado; así por ejemplo, la proteína verdadera en el ensilaje del Tiburón varió de 15.44 a 1.37% (en envase claro); el ensilaje de Lisa varió de 10.19 a 0.87% (en envase oscuro).

Los anteriores resultados están de acuerdo al proceso de hidrólisis en el pescado por la acción del ácido fórmico, lo cual se traduce en un aumento de la aparición de Nitrógeno No Proteico (N.N.P), por ende, disminución del nitrógeno proteico.

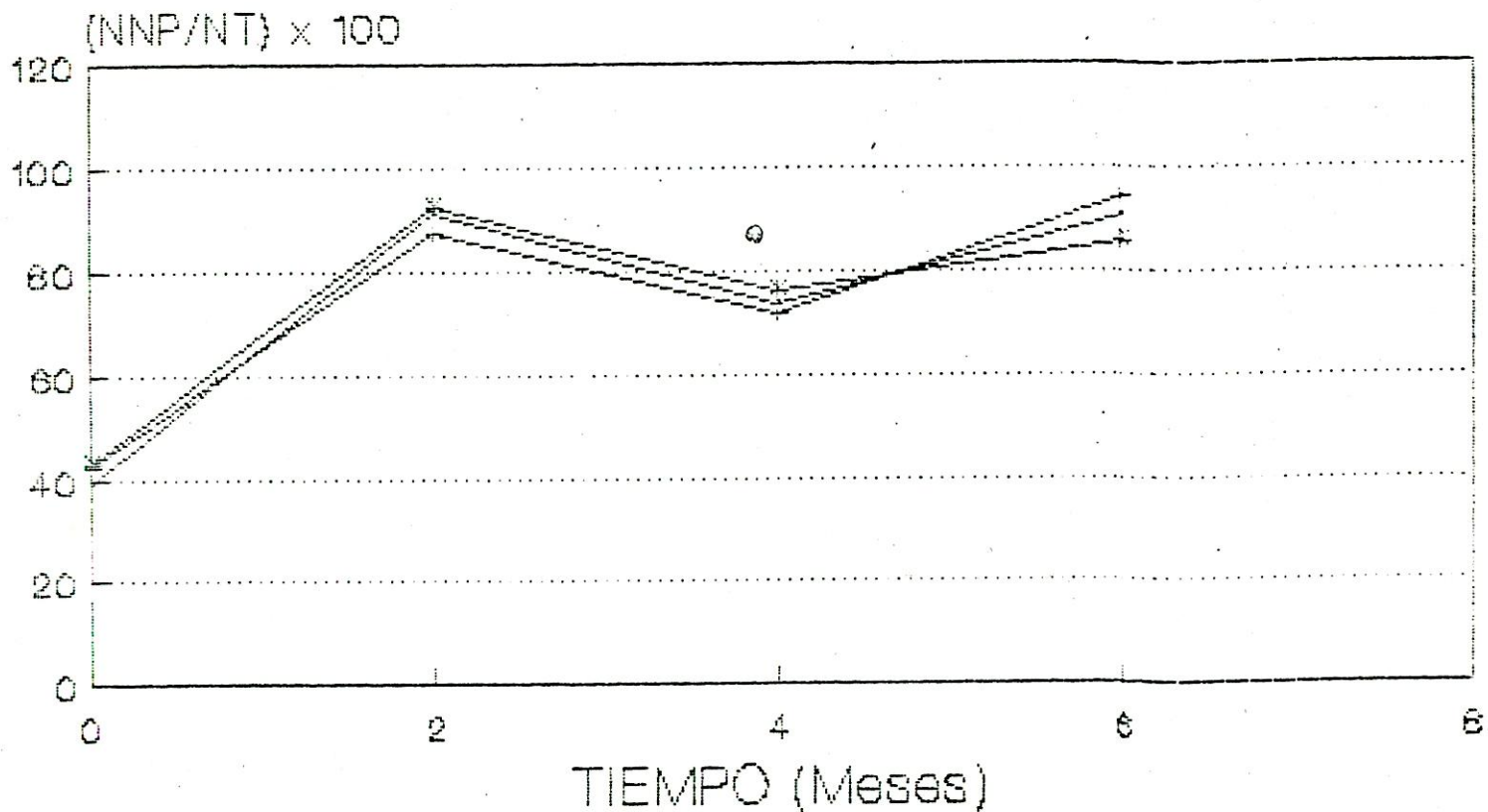
Las gráficas 8 y 9 describen como la variación de Proteína Verdadera durante los periodos de tiempo de almacenamiento de las especies pesqueras ensiladas fue inversa a las descritas en los gráficos 6 y 7 para la relación  $NNP/NT \times 100$ , lo cual está de acuerdo a que la acción del

**GRAFICA 6. RELACION (NNP/NT) x 100  
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES CLAROS**



NNP - Nitrogeno No Protaloo  
NT - Nitrogeno Total  
(Referencia 35)

GRAFICA 7. RELACION (NNP/NT) x 100  
 TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
 ENVASES OSCUROS



— Tiburon    + Measbl    \* Lise

NNP - Nitrogeno No Proteico  
 NT - Nitrogeno Total  
 (Referencia 35)

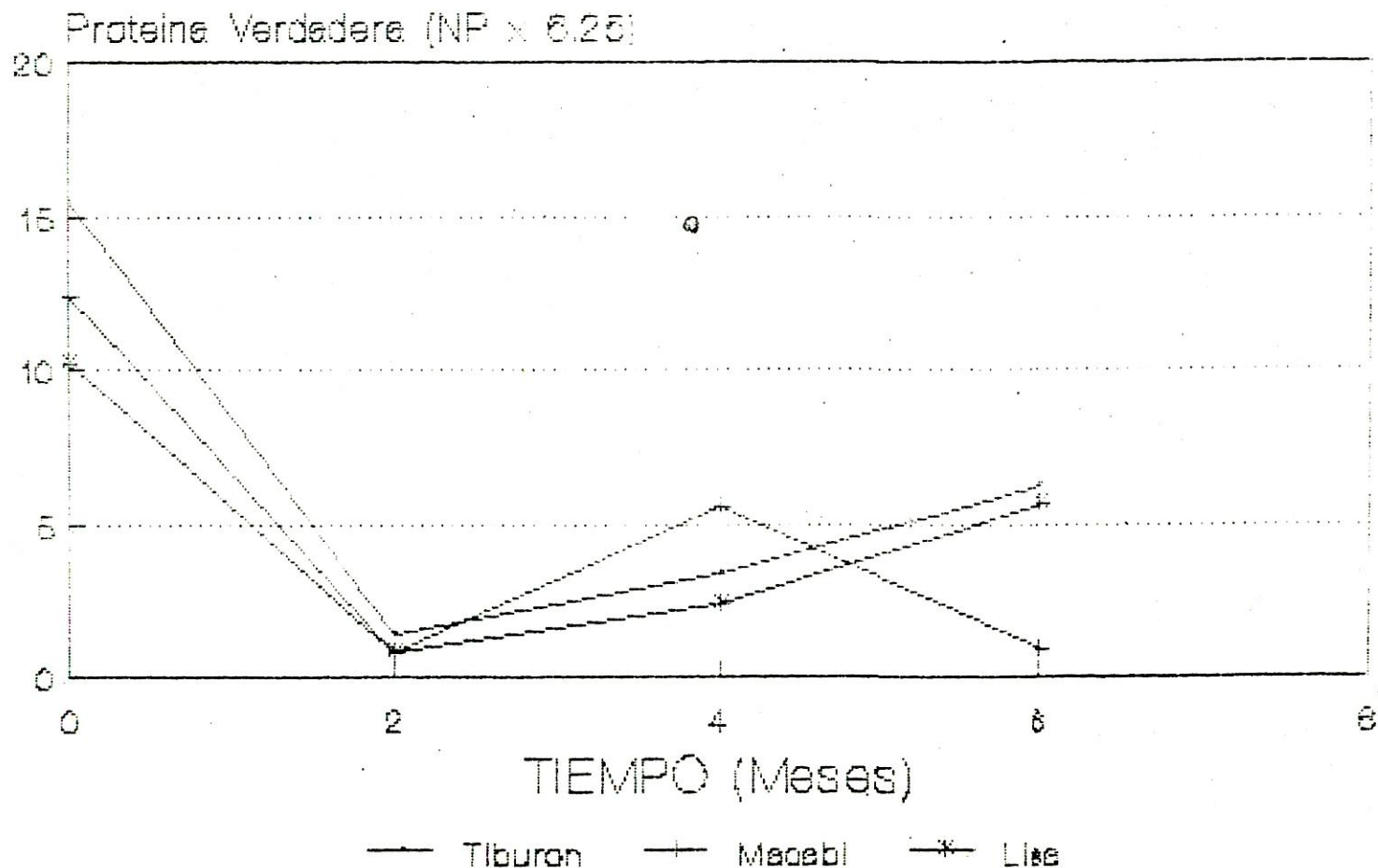
ácido fórmico se traduce en la hidrólisis de proteínas, con la disminución del Nitrógeno Proteico (N.P) y el aumento del Nitrógeno No Proteico (N.N.P).

Según Soto, Puerta y Steer (1986), el contenido porcentual de grasa también fue función del tiempo de almacenamiento, lo que sugiere una mayor aparición de grasa visible en el medio, ya por extracción ácida o, quizás, por la destrucción de las paredes celulares (Disney, J.G., 1976).

En los tres ensilajes de pescado e independientemente de la coloración del envase, a partir del cuarto mes fue casi completa la extracción de grasa, debido, a que se observó incremento en su valor; así por ejemplo, se observó en el Tiburón inicialmente 0.54% de grasa; a los dos meses, 0.80%; a los cuatro meses, 1.56% y a los seis meses, 2.16% en envase claro. La Lisa presentó inicialmente 4.20%; a los dos meses, 3.45%; a los cuatro meses, 8.94% y a los seis meses, 9.56% para envase claro. El Macabí inicialmente presentó 3.84% de grasa; 7.64% a los dos meses; 5.26% a los cuatro meses y 7.12% a los seis meses, para envase claro.

Es de anotar que el contenido de grasa de los ensilajes elaborados en envase oscuro, tuvo un comportamiento similar al anterior.

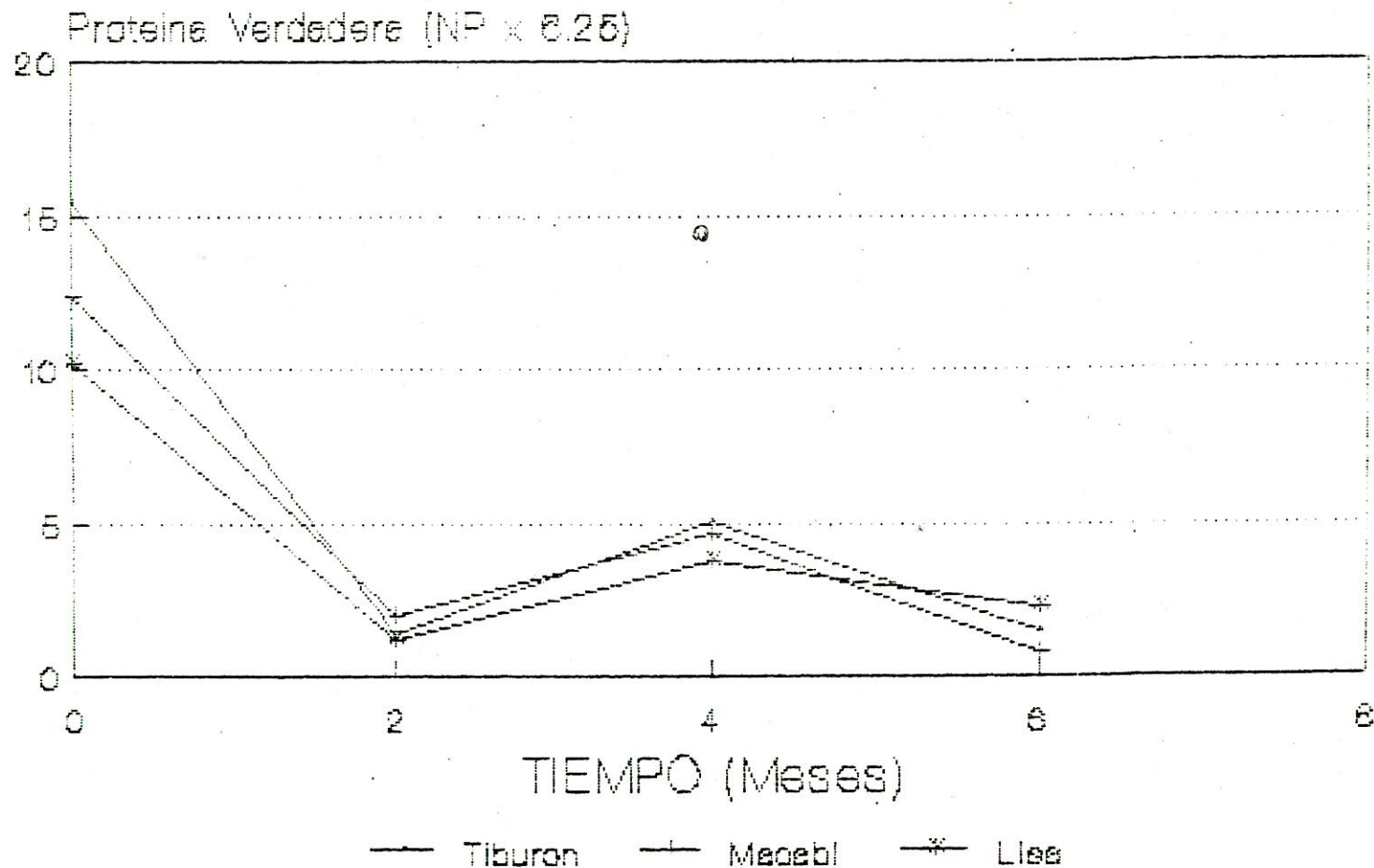
# GRAFICA 8. RELACION PROTEINA VERDADERA TIEMPO DE ALMACENAMIENTO ENVASES CLAROS



NP - Nitrogeno Proteico  
(Referencia 35)



# GRAFICA 9. RELACION PROTEINA VERDADERA TIEMPO DE ALMACENAMIENTO ENVASES OSCUROS



NP - Nitrogeno Proteico  
(Referencia 35)

En las gráficas 10 y 11 se describe que durante el almacenamiento de ensilaje de Tiburón hubo un ascenso en el contenido de grasa, en función del tiempo como consecuencia de la acción del ácido fórmico.

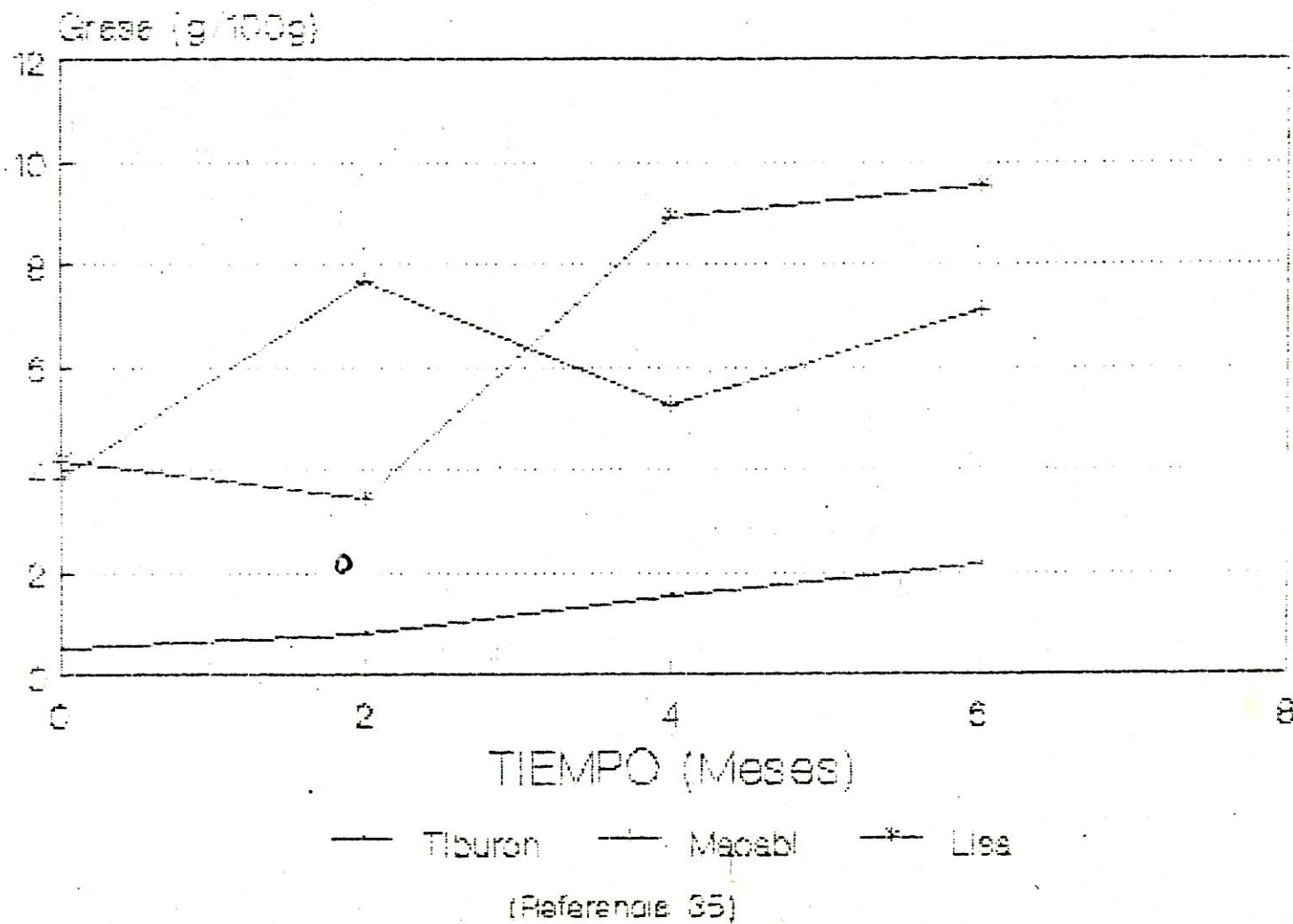
En envase claro (Gráfica 10) la Lisa mostró una disminución en el contenido porcentual de grasa a los dos meses; sin embargo, a los cuatro y seis meses mostró un considerable aumento. Por otro lado, el Macabí presentó un incremento a los dos meses, con un descenso a los cuatro meses y un nuevo incremento a los seis.

En envase oscuro (Gráfica 11), la Lisa y el Macabí mostraron una tendencia general a aumentar el contenido de grasa en función del tiempo de almacenamiento, con un ascenso mayor en la primera especie.

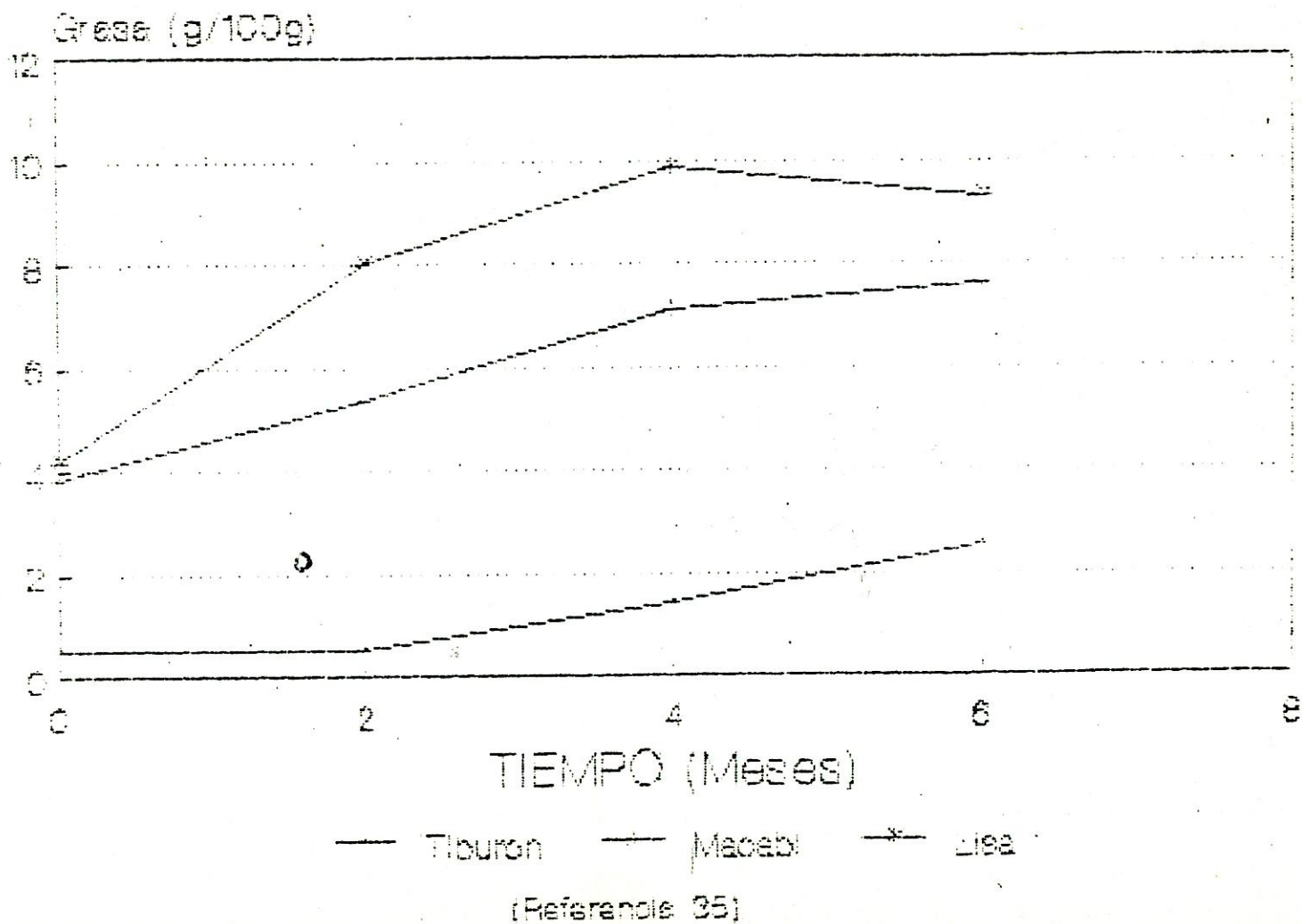
Es de suma importancia mencionar la forma como la presencia de la luz afectó la acción química del ácido fórmico con las especies ensiladas. Así en el caso de la grasa, la gráfica 11 describe una mayor liberación de grasa en función del tiempo, en envase oscuro, en relación a envases claros (Gráfica 10).

Idénticos comportamientos se pueden deducir para el contenido de humedad, proteína bruta y proteína verdadera.

GRAFICA 10. RELACION CONTENIDO DE GRASA  
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES CLAROS



GRAFICA 11 RELACION CONTENIDO DE GRASA.  
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES OSCUROS



y la relación de  $NNP/NT \times 100$ . Por lo tanto, se puede suponer que en envases claros existió una mayor degradación del ácido fórmico por la acción de la luz (fotólisis), que no permite una completa proteólisis como si ocurrió en envases oscuros.

Como era de esperar, los valores de cenizas fueron inversos a los valores de grasa. En todos los ensilajes no hubo diferencias apreciables en los valores de ceniza en los primeros meses (tanto en envases claros como en envases oscuros); sin embargo, se estableció una disminución de casi aproximadamente diez veces, a los cuatro y seis meses, respectivamente. Así por ejemplo, el Tiburón presentó un valor inicial de ceniza de 1.1% a los dos meses, 2.23%; a los cuatro y seis meses: 0.22 y 0.27%, respectivamente, para envases claros. El Macabí inicialmente presentó 2.03% de ceniza; a los dos meses, 2.59% y a los cuatro y seis meses, 0.15 y 0.25%, respectivamente, para envases claros.

Las especies pesqueras ensiladas y almacenadas en envases oscuros mostraron una tendencia de variación en el contenido de ceniza prácticamente similar a las descritas anteriormente.

Las gráficas 12 y 13 describen que la variación de ceniza

en los tres ensilajes fué muy similar en ambos tipos de envase.

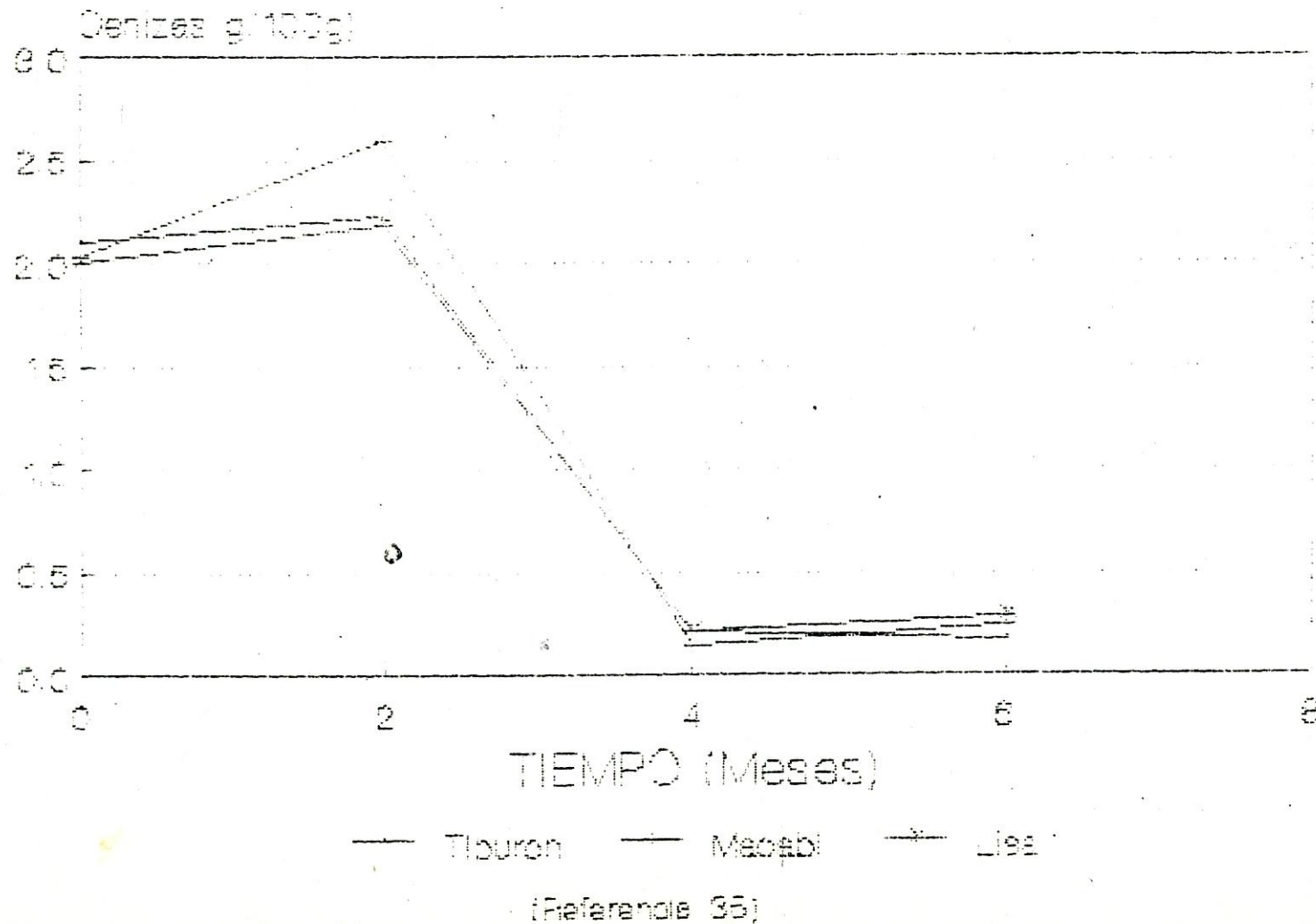
Se observa claramente lo estable del contenido de cenizas en los dos primeros meses; pero luego ocurrió un descenso muy marcado hasta los cuatro meses, manteniéndose prácticamente constante al final del almacenamiento.

Soto, Puerta y Steer (1986), determinaron también que la concentración de calcio en todas las especies ensiladas y para ambos tipos de envases, sufrió variación que depende del tipo de envase y de la especie a través del período total de almacenamiento. Inicialmente el Tiburón presentó 19.96% mg/100g; a los dos meses, 21.35 mg/100g; a los cuatro y seis meses, 18.76 y 20.28 mg/100g, respectivamente, para envases claros. El Macabí inicialmente presentó un contenido de calcio igual a 20.74 mg/100g; a los dos meses, 16.92 mg/100g; a los cuatro y seis meses, 27.58 y 22.07 mg/100g, respectivamente, para envases oscuros.

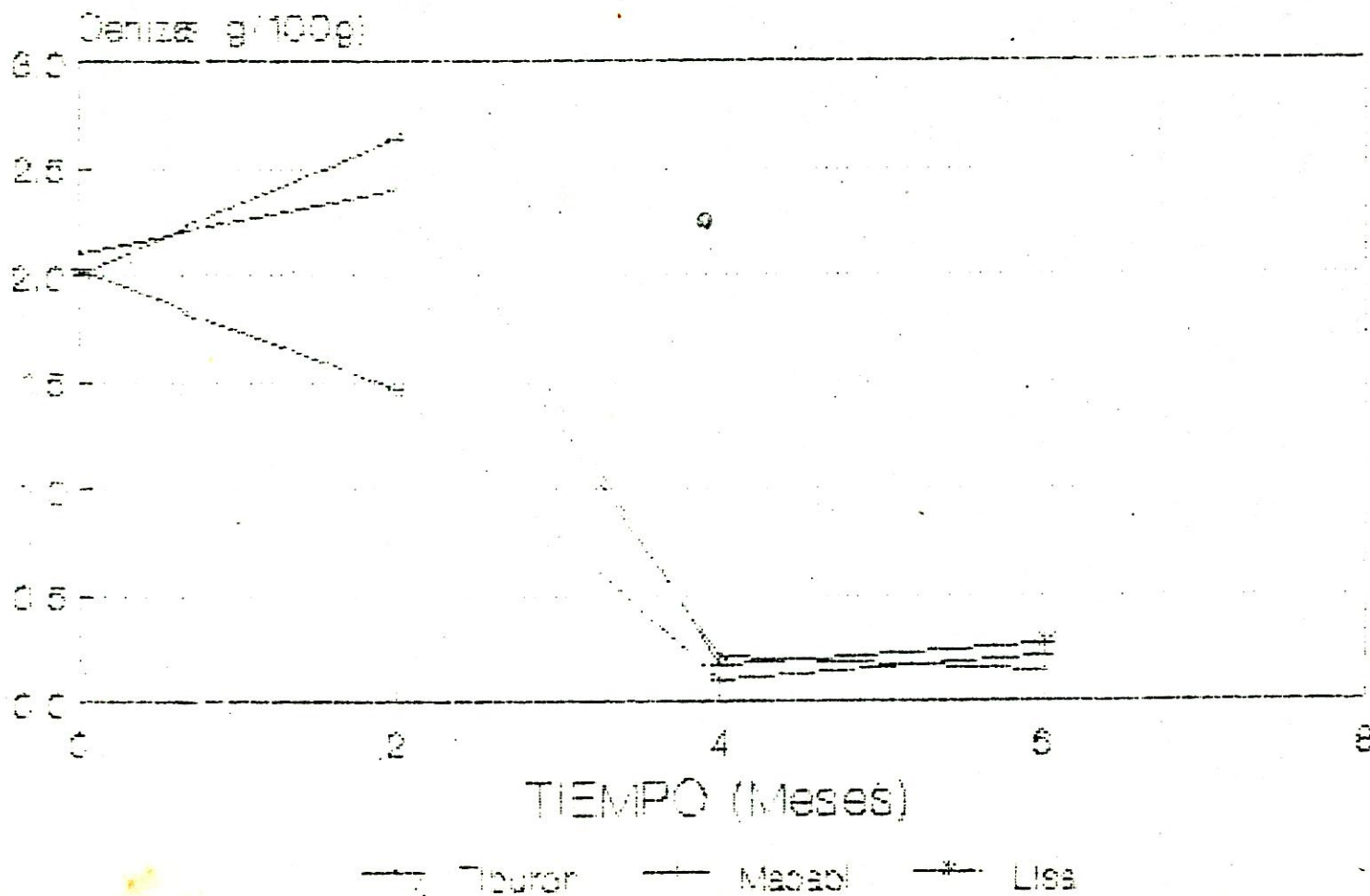
El anterior comportamiento de la variación de calcio en función del tiempo de almacenamiento se presenta en las gráficas 14 y 15.

En la gráfica 14 se describe que el contenido de calcio en ,

GRAFICA 12. RELACION CONTEN. DE GENIZAS  
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES CLAROS



GRAFICA 13. RELACION CONTEN. DE CENIZAS  
 TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
 ENVASES OSCUROS



(Referencia 35)



ensilaje de Tiburón (Envase claro) resultó prácticamente constante durante el período de almacenamiento (dos, cuatro y seis meses). sucedió lo contrario con la Lisa y el Macabí que incrementaron su contenido hasta un máximo a los cuatro meses, disminuyendo a los seis meses.

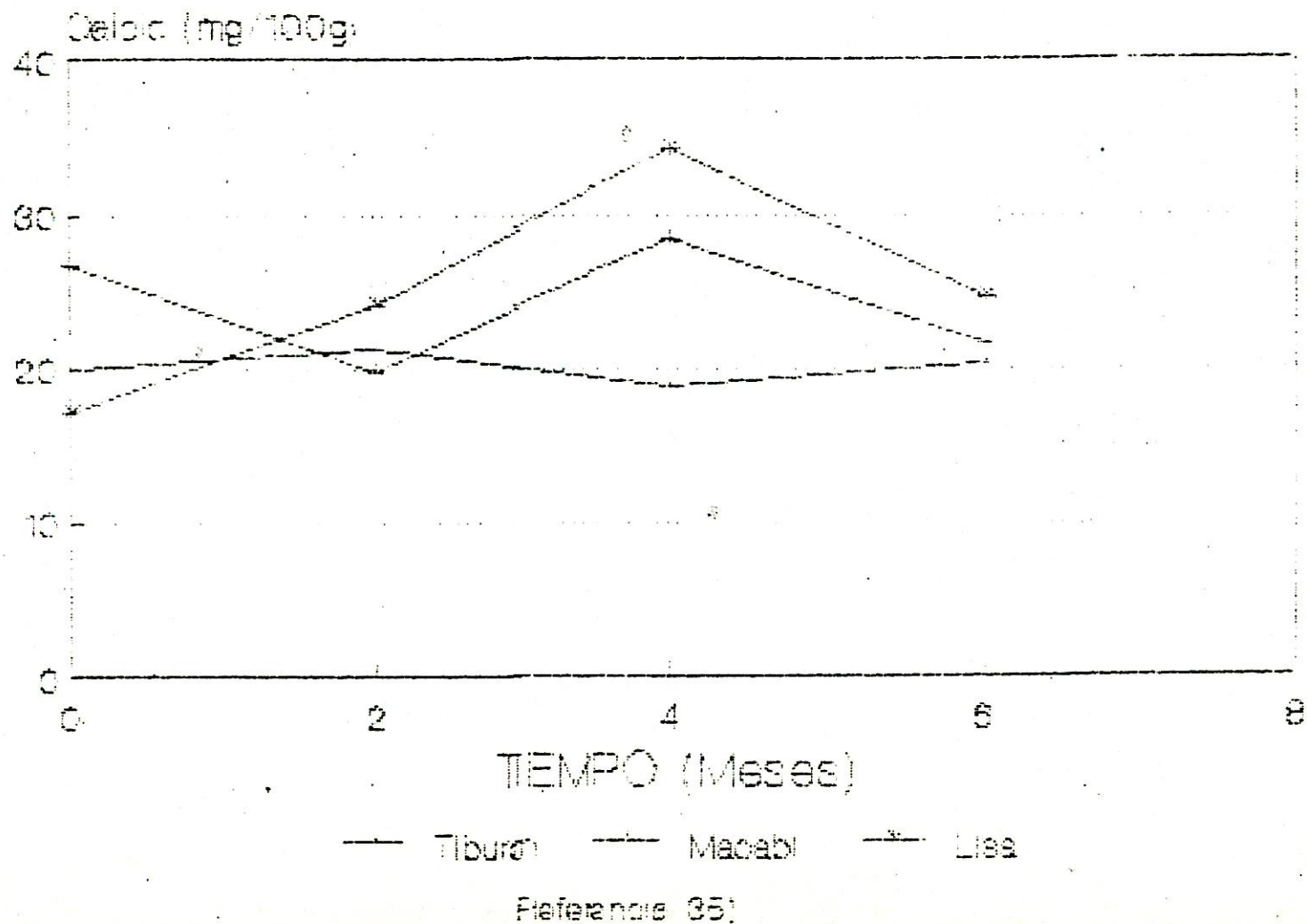
Según la gráfica 15 el almacenamiento en envases oscuro de ensilaje de pescado (Tiburón), mostró un ascenso inicial de calcio hasta los dos primeros meses; pero luego su tendencia fue decreciendo continuamente.

La Lisa también tuvo incremento hasta los dos primeros meses, permaneciendo prácticamente constante el contenido de calcio durante el resto del tiempo de almacenamiento (cuatro y seis meses).

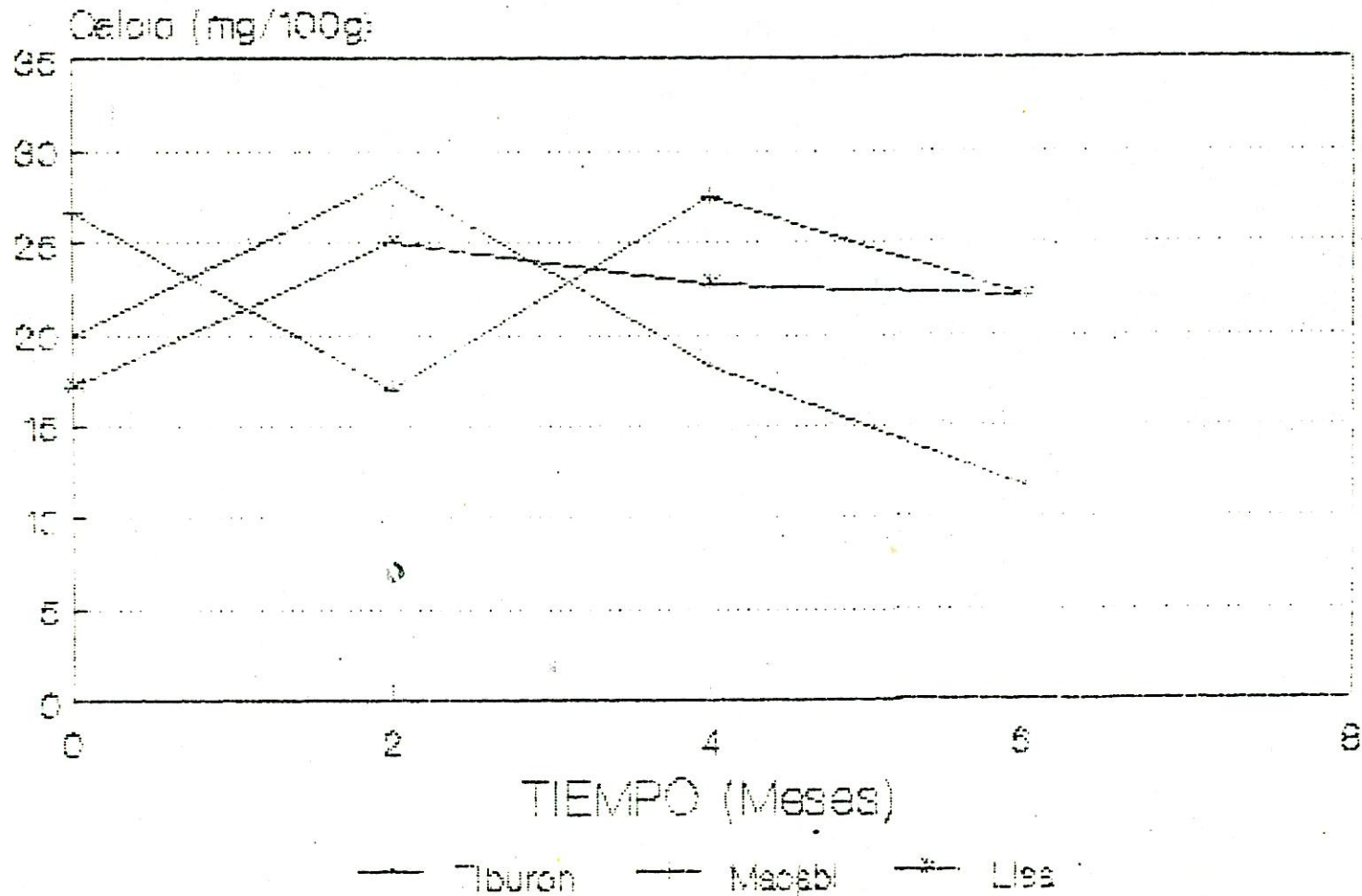
El comportamiento del calcio en el ensilaje de Macabí fue más irregular; un descenso hasta los dos primeros meses, un máximo a los cuatro, para luego decrecer nuevamente a los seis meses.

Con relación al contenido de fósforo se estableció una variación muy pronunciada a través del tiempo de almacenamiento, dependiendo del tiempo de envase y de la especie ensilada; es así, como inicialmente el Tiburón presentó 190 mg/100g; a los dos meses, 168.5 mg/100g; a

GRAFICA 14. RELACION CONTEN. DE CALCIO  
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES CLAROS



GRAFICA 15. RELACION CONTEN. DE CALCIO  
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO  
ENVASES OSCUROS



(Referencia 35)

los cuatro y a los seis meses, 148.5 y 178.89 mg/100 g, respectivamente en envase oscuro.

En las gráficas 16 y 17 se puede observar la tendencia a la variación antes mencionada para el contenido de fósforo en cada uno de los ensilajes de pescado.

La gráfica 16 describe cómo el ensilaje de Tiburón disminuyó en su contenido de fósforo hasta los cuatro meses de almacenamiento y luego lo incrementó cerca de 91.6% de su valor inicial al final del experimento; el Macabí presentó un comportamiento irregular en el contenido de fósforo. Por el contrario, la Lisa incrementó el contenido de fósforo, el cual a partir del cuarto mes se mantuvo constante.

La gráfica 17 muestra la variación del fósforo en el ensilaje de Tiburón fue mucho más brusca en envase oscuro, existiendo una pérdida, en relación al fósforo determinado inicialmente (27.4%), al final del almacenamiento.

El comportamiento del fósforo en el ensilaje de Lisa fue similar al mostrado en el envase claro en lo que respecta al contenido final (162 y 166 mg/100g, respectivamente). El Macabí, contrario a los descrito en la gráfica 15

mostró siempre incrementos, apareciendo un máximo a los cuatro meses de almacenamiento.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener un producto alimenticio peletizado de ensilaje de pescado, a partir de filetes desmenuzados de especies pesqueras de poco interés económico, con características físico-químicas, bromatológicas y nutricionales similares a los productos peletizados comerciales (Casa Finca, Purina y otros), con el propósito de utilizarlo en la alimentación animal, especialmente en especies menores.

Asimismo, se espera dar pautas para incentivar las empresas pesqueras existentes, a aprovechar todas las cantidades de desperdicios en la fabricación de un producto, con apropiada estabilidad física y química, capaz de competir con las ya existentes.

## 5. HIPOTESIS DEL TRABAJO

El suministro de dietas peletizadas y elaboradas a partir de ensilaje ácido-húmedo de las especies pesqueras Macabí (Elops saurus), Tiburón (Especies más comunes de la zona) y la mezcla Macabí (Elops Saurus) - Mapalé (Cathorops spixii), en proporción 1:2.96, como fuente proteínica; permite lograr el crecimiento normal y adecuado de la especie menor, como el Curí (Cavia cobaya).

## 6. JUSTIFICACION

El subsector pesquero ha constituido un componente fundamental dentro de la actividad que conforma el sector primario de la Costa Atlántica, especialmente en la economía magdalenense. Esta sección del país posee condiciones naturales, tanto marítimas como terrestres, que la pueden ubicar en un lugar de vanguardia para la explotación de tan importante y necesario producto.

Recientemente se emplea en la industria jóvenes modificaciones con el ánimo de tecnificar el desarrollo pesquero.

Con relativo apoyo gubernamental, sin crédito suficiente y afrontando el desorden del sector pesquero nacional, la industria pesquera, presenta un balance positivo, con el ánimo de atraer inversionistas con el esfuerzo del sector privado.

Hasta la presente, el 66% de la industria pesquera no aprovecha el pescado de residuo, teniendo en cuenta que el



61% de las industrias se encuentran localizadas en la Costa Atlántica, obteniéndose así una gran oportunidad para utilizar los residuos, ya sea en la reducción a harina y aprovecharlos en alimentación de vacunos, porcinos; o en la industria de aves de corral, en forma de ensilaje.

De acuerdo con los últimos reportes del INDERENA Regional (1988), se nota un paulatino incremento en el volumen de la captura, lo cual disminuirá costos para los habitantes de los pueblos ribereños, debido a que la tecnología de la producción del ensilaje de pescado es simple, el equipo es esencialmente barato y la escala de producción es variable.

El presente trabajo se justifica con base en la utilización del ensilaje de pescado para la alimentación animal, especialmente en especies menores.

## 7. DEFINICION DE VARIABLES

### 1. Materia prima.

( Y )

Especies pesqueras: X

$$Y = f ( X )$$

### 2. Fabricación del ensilaje y elaboración de dietas.

( Y )

Macabí: X

Tiburón: X

Mapalé: X

Mezcla Macabí - Mapalé: X

Control: X

$$Y = f ( Y , X , X , X , X , X )$$

### 3. Calidad nutricional.

Y

Índice de eficiencia proteica: X

Razón neta proteica: X

Digestibilidad aparente: X

Eficiencia Alimenticia: X

Y = ( Y , Y , X , X , X , X )

## 8. METODOLOGIA

### 8.1 MATERIALES Y EQUIPOS

Materia Prima.

Macabí (Elops saurus), Tiburón (especies más comunes de la zona) y Mapalé (Cathorops spixii).

Acido fórmico al 3.5% con base en el peso del pescado sometido a molienda.

Curies (Cavia cobaya).

Molino eléctrico Hobbart.

Cuchillos de acero inoxidable.

Vasijas plásticas

Cinta indicadora de PH

Bolsas de polietileno

Frasco de vidrio de 1.500 cc, con tapa plástica

Cinta adhesiva

Balanza de brazo. de 0 - 500 g.

Jaula mixtas de hierro y anjeo (1.58 X 0.4 X 0.3 m )

Comederos y bebederos de plástico circulares

Agua potable

Alimento peletizado elaborado con ensilaje ácido de Macabí (*Elops saurus*) - Mapalé (*Cathorops spixii*) en proporción 1:2,96.

Alimento peletizado elaborado como dieta libre de nitrógeno (D.L.N ).

Elemento de primeros auxilios (Negubón y sulmet para los baños, para flujos nasales; Meris, gotas).

Recipiente plástico para la recolección de heces.

Espátulas, pinzas.

## 8.2. PROCEDIMIENTO

En la realización del presente estudio de investigación se llevaron a cabo trabajos de laboratorio y de campo.

Los trabajos de laboratorio comprendieron la elaboración de ensilajes de Macabí (*Elops saurus*), Tiburón (especies más comunes de la zona) y Mapalé (*Cathorops spixii*); a los

cuales se les efectuaron análisis organolépticas y bromatológicos, respectivamente. Asimismo, la formulación y elaboración de dietas peletizadas con los ensilajes ácido-humedos de las especies pesqueras anteriormente mencionadas.

El trabajo de campo comprendió la construcción de las jaulas metálicas, la adquisición, alimentación y manejo de los ejemplares juveniles de curí (*Cavia cobaya*) y la recopilación de datos.

Se ensayaron nutricionalmente cinco (5) dietas peletizadas, tres fueron dietas experimentales a base de ensilaje de pescado, con un nivel de proteína entre 16.40-19.05%; una dieta libre de nitrógeno y una dieta control a base de un peletizado comercial para conejos (Casa y Granja) producto Purina, con un nivel de proteína del 14%.

#### 8.2.1. Elaboración de las dietas.

En el diagrama de flujo 1, se observan los pasos seguidos en la elaboración de los alimentos concentrados.

##### 8.2.1.1. Componentes alimenticios.

Para la elaboración de los alimentos peletizados se

utilizaron los ensilajes de Macabí (*Eiops saurus*), Tiburón (Especies más comunes de la zona) y Mapalé (*Cathorops spixii*).

Los ensilajes mencionados presentaron buenas características organolépticas de acuerdo a las observaciones realizadas en la masa ensilado durante el tiempo de almacenamiento.

#### 8.2.1.2. Tratamiento térmico.

Cada frasco, con 2.5 kg. del correspondiente ensilaje, se sometió a la acción del calor (baño maría), con movimiento constante mediante un agitador de vidrio manual, para permitir así la evaporación paulatina del ácido fórmico. Este calentamiento se mantuvo por treinta (30) minutos, enfriando luego a temperatura ambiente.

#### 8.2.1.3. Formulación y preparación del alimento concentrado.

Las dietas formuladas y elaboradas resultaron con un nivel de proteína entre 13 y 19%, aportado por los ensilajes de pescado. El contenido de los demás nutrientes se agregó en forma constante para todas las dietas (g/100 g):

Fibra	9.00
(Salvado de trigo)	

**DIAGRAMA DE FLUJO No. 1** PREPARACION DEL ALIMENTO  
CONCENTRADO DESTINADO AL ENSAYO  
NUTRICIONAL EN CURI O CUY (Cavia  
cobaya).

ENSILAJE DE  
PESCADO

TRATAMIENTO  
TERMICO

ANALISIS  
BROMATOLOGICO  
(PROXIMAL)

INGREDIENTES

FORMULACION  
Y  
PESAJE

MEZCLADO Y  
HOMOGENIZADO

PELETIZADO

SECADO Y  
ALMACENAMIENTO

ANALISIS  
BROMATOLOGICO

EVALUACION  
NUTRICIONAL EN  
CURIES



Fósforo	0.60
Calcio	1.20
Vitamina " C "	0.20
Aceite Vegetal	4.00
Aceite de hígado de bacalao	1.00
Mezcla mineral	2.00
Almidón de yuca	Cantidad suficiente para completar 100 g.

#### 8.2.1.4. Mezcla

Todo los ingredientes mencionados en 8.2.1.3 se mezclaron cuidadosamente en una taza de material plástico, agregando agua hasta obtener una masa compacta y homogenizada.

#### 8.2.1.5. Peletizado.

Una vez que se obtuvo la masa compacta, se procedió a elaborar el " pellets " utilizando unas jeringas para panadería; mediante un proceso manual, dándole una presentación cilíndrica, la cual se extendió en unas mallas recubiertas con papel aluminio.

#### 8.2.1.6. Secado y almacenado

El secado se realizó mediante dos tipos diferentes; una parte en estufa con corriente de aire por convención

(50 - 60 grados centígrados), durante seis horas; y otra parte, al sol por igual período de tiempo.

Una vez secado el "pellets" se empacó en bolsas plásticas de 2.5 kilos y almacenado en un sitio libre de humedad, y con buena ventilación.

### **8.3. EVALUACION NUTRICIONAL**

Las dietas peletizadas fueron evaluadas nutricionalmente en la especie menor curí (cavia cobaya), siendo administradas de acuerdo con la necesidad nutricional de la mencionada especie.

### **8.4. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

El estudio de investigación se realizó en el Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, Colombia. localizada a 11 grados 15' 18" de latitud Norte y 74 grados 13' 45" de longitud Oeste. Posee una temperatura promedio de 27 grados centígrados y una precipitación media anual de 573mm.

### **8.5. CONSTRUCCION DE LAS JAULAS**

Las jaulas o cuyeros consistieron en una armazón

construida en hierro y con paredes y piso de malla metálica. Esta construcción tuvo la ventaja de facilitar la limpieza y la desinfección, al igual que el manejo de los ejemplares; a la vez que se podrá utilizar indistintamente en el futuro, para madres o para gazapos. El diseño fue portátil y la puerta de la jaula se construyó en hierro, para evitar sobresaltos de los ejemplares al manejo de los mismos.

El piso se diseñó fijo y se construyó con tela metálica de malla de 4 x 4 cm con el fin de permitir la salida de excremento.

Debajo de cada compartimiento se colocó un suelo móvil, compuesto de una bandeja metálica, recubierta de una capa de pintura anticorrosiva, puesta con una leve inclinación a fin de que el orín pudiera ser evacuado y las heces pudiesen ser recolectadas ( 33 ).

La disposición de las jaulas se hizo en serie de diez (10) compartimientos, para igual número de ejemplares; cada compartimiento presentó las siguientes dimensiones: Altura 30 cm; longitud 40 cm; y una profundidad de 40 cm. Los compartimientos estaban situados a una elevación de 50 cm del nivel del suelo (Figura 1).

#### 8.6. ADQUISICION DE LOS EJEMPLARES DE CURI.

Los ejemplares se adquirieron en las zonas urbanas y rural del Municipio de Santa Marta, seleccionando ejemplares de ambos sexos, recién destetados, sanos, con un promedio de peso 130 g, siendo transportados en canastas hasta el sitio de trabajo, Una vez allí se les dejó en libertad por un período de cinco ( 5 ) días; y para cumplir el período de adaptación permanecieron en semilibertad por igual espacio de tiempo.

#### 8.7. ELABORACION DEL ENSILAJE ACIDO-HUMEDO DE PESCADO

A la materia prima, adquirida en el comercio local de Santa Marta: Macabí (Elops Saurus), Tiburón (Especies más comunes de la zona ) y Mapalé (Cathorops spixii); se le efectuó luego un tratamiento previo, consistente en un lavado con agua de chorro para eliminar suciezas, luego se procedió al descamado en el caso del Macabí y despellejado en el Tiburón. A continuación las diversas materias primas fueron fileteadas y sometidas a molienda (molino Hobart), adicionándose, en cada caso, ácido fórmico al 85% en relación 3.5% con base en el peso del pescado molido. Posteriormente se efectuó un homogenizado en vasijas plásticas con agitación manual constante, hasta obtener

180051-035

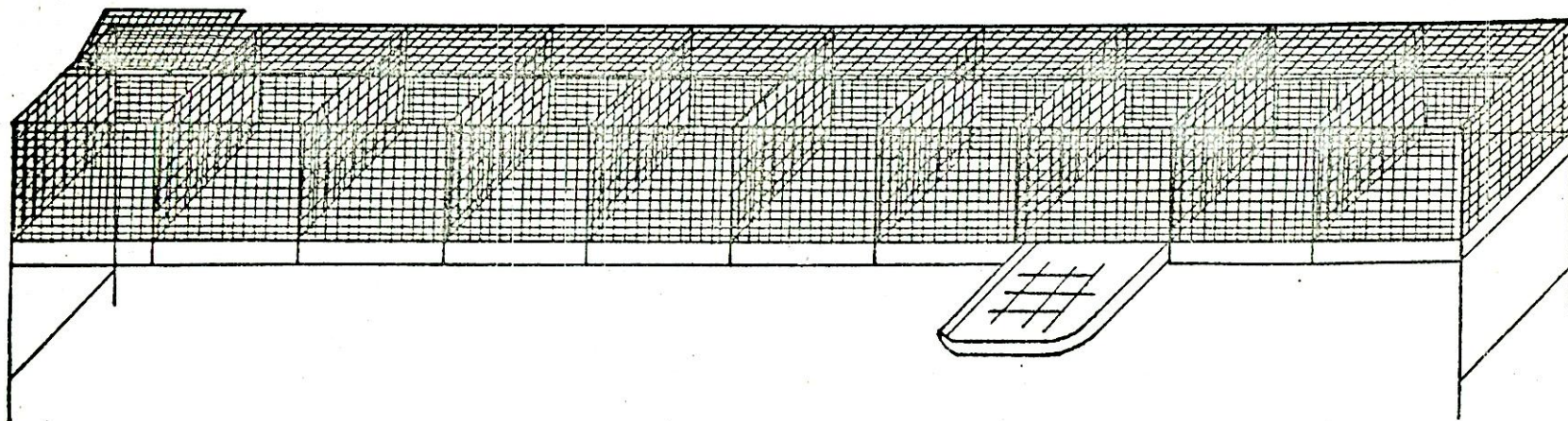


Figura 1. Modelo de Jaula Mixta de hierro y malla metálica para la cría experimento del curí  
(Género cavia)

una pasta de gran uniformidad, elástica y fácil de envasar en recipientes de vidrio claro y/o oscuro, teniendo la precaución de haber dejado un espacio en la parte superior que permitiera <sup>↑</sup>lograr condiciones anaeróbicas en el interior; los recipientes fueron tapados y sellados con cinta adhesiva, rotulados y almacenados a temperatura ambiente (27 - 38 grados centígrados) (36).

#### 8.7.1. Análisis bromatológico.

A cada uno de los ensilajes de pescado se les determinó el porcentaje de humedad en estufa con aire por convención a 105 grados centígrados, durante doce (12) horas, según los métodos oficiales de la A.O.A.C. (2); proteína, por el método Kjeldhal; grasa, por Soxhlet; ceniza, por calcinación en mufla a 550 grados centígrados, según métodos oficiales de la A.O.A.C. (1975); calcio, por complexometría con EDTA (Pearson, 1976); fósforo, por el método colorimétrico de Fiske y Subbarow ( 13 ).

### 8.8. ENSAYOS BIOLÓGICOS EN CURI CON LOS ENSILAJES DE PESCADO

#### 8.8.1. Elaboración de las dietas.

Cada uno de los ensilajes preparados fué sometido a un proceso de evaporación del ácido fórmico, mediante baño

maria a 60 grados centígrados. Se efectuó luego un análisis bromatológico, de igual forma que en el ítem 8.7.1.

De acuerdo al contenido de nitrógeno del ensilaje sometido a evaporación, se tomó una cantidad tal de ensilaje que proporcionará un nivel de proteína entre 16.40 - 19.05%. Además, a cada dieta se le agregó en g/100 g, los ingredientes mencionados en el ítem 8.2.1.3.

Las dietas elaboradas fueron identificadas así:

Dieta 1. Ensilaje de Macabí por fermentación con ácido fórmico al 85%.

Dieta 2. Ensilaje de Tiburón por fermentación con ácido fórmico al 85%.

Dieta 3. Ensilaje de la mezcla Macabí - Mapalé por fermentación con ácido fórmico al 85%.

Dieta 4. Dieta control (Producto peletizado comercial para conejos "Casa y Granja" de Purina).

Dieta 5. Dieta libre de nitrógeno (D.L.N).

8.8.2. Evaluación nutricional del ensilaje en Curí.

Cada nivel de dieta se evaluó con curies con un promedio de peso igual a 150 g., de alrededor de un mes de nacidos.

Para disminuir la variabilidad del sexo se tomaron indistintamente machos y hembras, en un número de diez (10) ejemplares por dieta.

Cada ejemplar contó con un compartimiento individual dentro de la jaula elaborada de malla de alambre, proporcionándole agua y alimento ad-libitum. Se estableció un registro semanal de peso de ejemplares y alimento consumido durante cuatro, seis y ocho semanas, respectivamente (véase el Anexo 1.)

Las condiciones de humedad y temperatura no fueron controladas variando de acuerdo con las condiciones propias del medio.

Con los anteriores datos se calcularon la Razón de Eficiencia Proteica (PER), a los 28 días mediante la relación;  $PER = \text{Aumento de peso} / \text{proteína ingerida}$ ; según la AOAC (1975), Razón Neta Proteica (NPR):  $\text{Ganancia de peso} + (\text{Pérdida de peso de los ejemplares bajo la dieta D.L.N}) / \text{proteína ingerida}$ ; Eficiencia Alimenticia (EA) definida por la expresión  $\text{Ganancia de peso} / \text{consumo alimenticio}$ ; Digestibilidad Aparente (DA), fué determinada teniendo en cuenta el consumo por día de alimento de cada ejemplar, durante cinco (5) días, con tres (3) previos como período de adaptación, con recolección de heces, las



cuales fueron deshidratadas en estufa a 60 grados centígrados por doce (12) horas y pesadas en balanza analítica, determinándose nitrógeno por el método Kjeldhal (2).

La DA se calculó mediante la expresión:

$$DA = \frac{\text{Nitrógeno Ingerido} - \text{Nitrógeno Fecal}}{\text{Nitrógeno Ingerido}} \times 100$$

Durante los ensayos biológicos se llevó un control sanitario en los ejemplares, así como una rigurosa inspección y limpieza en jaulas o cueros (16,39).

#### 8.9. ANALISIS ESTADISTICO

Se analizaron los resultados obtenidos con el fin de establecer la significación estadística, mediante la prueba de Duncan o "t modificada", la cual permitió hacer comparaciones múltiples posibles (37).

#### 8.10. ANALISIS DE COSTOS

Se tuvieron en cuenta los costos individuales de los ensilajes de Macabí (Elops saurus), Tiburón (especies más comunes de la zona) y Mapalé (Cathorops spixii).

Para lo anterior, se consideraron los costos de materia prima, envases, costos de operación, energía eléctrica, agua, transporte y el ácido fórmico.

De igual forma, se incluye el valor unitario de los ejemplares y el transporte de los mismos. Además, se tuvo en cuenta el costo de construcción de las jaulas, su transporte al sitio del ensayo, con el fin de determinar el costo por kilogramo de animal producido.

## 9. DISCUSION DE RESULTADOS

### 9.1. PROCEDIMIENTO

#### 9.1.1. Elaboración de ensilaje.

Durante la elaboración de cada ensilaje ácido-húmedo a partir de las tres especies de pescado, se tuvo en cuenta el Diagrama de flujo 2.

##### 9.1.1.1. Molienda y almacenamiento.

A la materia prima fresca y finamente molida, en molino Hobbart, se le adicionó ácido fórmico del 85%, al 3.5% con base en el peso del pescado molido, agitando uniformemente y procurando no dejar bolsas de aire para prevenir así el crecimiento de microorganismos dañinos, mohos y bacterias patógenas (tales como Salmonella, shiguella, Clostridium botulinum y otros).

La molienda del Macabí (Elops saurus), presentó algunas dificultades debido a que su alto contenido en grasa

\*  
**DIAGRAMA DE FLUJO No. 2 ENSILAJE ACIDO (HUMEDO) DE  
PESCADO A PARTIR DE TIBURON  
(ESPECIES MAS COMUNES DE LA  
ZONA), MACABI (*Elops saurus*) Y  
MAPALE (*Cachorops seixii*).**

ADQUISICION Y  
RECEPCION DE LA  
MATERIA PRIMA

TRATAMIENTO DE  
LA MATERIA PRIMA

PROCESAMIENTO DE  
LA MATERIA PRIMA

ADICION DE  
ACIDO FORMICO

HOMOGENIZACION

ENVASADO

ALMACENAMIENTO

ANALISIS  
BROMATOLOGICOS

proporcionó un menor funcionamiento del molino Hobbart, por presentarse obstrucción en las cuchillas y disco del mismo.

En el caso del Tiburón, fué necesario retirar completamente las fibras musculares cartilaginosas, debido a que éstas impidieron el normal funcionamiento del molino; además, para disminuir problemas en la homogenización, por posibles formaciones de bolsas de aire capaz de contribuir con el daño bacteriano. Fué necesario la agitación periódica para proporcionar una rápida licuefacción de la masa ensilada.

En el caso de la molienda del Mapalé (*Cathorops spixii*), debido a su estructura ósea fue necesario retirar un 60% del peso de cada ejemplar; además, se encontraron en un estado de madurez sexual avanzada, siendo la totalidad de los individuos hembras ovadas.

Es necesario anotar que el papel aluminio colocado en la parte interna de las tapas de los recipientes fue atacado por los vapores emanados del ácido fórmico durante la licuefacción; el papel aparentemente no presentó ninguna incidencia desfavorable en el ensilaje.

Los frascos de vidrio fueron dejados en el laboratorio

bajo la influencia de la luz, viento, y temperatura ambiente (27 - 31 grados centígrados), con el objetivo de simular condiciones reales y propias para el almacenamiento del ensilaje.

Siguiente a la homogenización de la materia prima con el ácido fórmico y sellado de los recipientes, se pudo observar que la masa cárnica presentó una coloración parda de característica uniforme. Entre los 15 y 20 días siguientes, apareció una fase líquida aceitosa, en la parte superior, de color amarillento, mientras que la masa se compactaba en la parte inferior del recipiente de vidrio.

Pasados treinta días, el aceite de la fase líquida presentó una mayor concentración; con lo que se incrementó el flujo graso de la masa cárnica hacia la fase líquida, conllevando a una acción proteolítica eficaz del ácido fórmico en la mencionada masa. Se observó que a los 60 días el proceso de formación de hidrolizado era casi completo, presentándose una coloración mayormente oscura.

#### 9.1.2. Análisis bromatológico del ensilaje.

Con relación a los ensilajes elaborados con las tres especies pesqueras no se estableció una diferencia muy

pronunciada (Tabla 6), y así el ensilaje de Macabí (Elops saurus) presentó un contenido de humedad de 74.80%; el ensilaje de Tiburón (Especies más comunes de la zona), 79.10% y el ensilaje de Mapalé (Cathoprops spixii), 81.47%; similares resultados obtuvieron Soto Puerta y Steer (1986).

Los valores de proteína en todas las especies ensiladas durante seis meses de almacenamiento estuvieron entre 13.90 y 18.36%, presentándose en los ensilajes de Mapalé y Tiburón, respectivamente. El ensilaje de Macabí presentó un contenido de proteína igual a 18.00%.

El ensilaje de Mapalé presentó el contenido de proteína más bajo, 13.90%, inferior al mínimo valor de proteína requerida por la dieta a preparar; razón por la cual se optó por efectuar una mezcla de dicho ensilaje con el de Macabí, con un nivel de proteína de 18.00%, lográndose así mejorar ostensiblemente el valor de proteína hasta un valor de 19.50%.

El contenido porcentual de grasa en los tres ensilajes varió entre 2.40 y 7.00%, para los de Tiburón y Macabí, respectivamente. El ensilaje de Mapalé presentó un valor en grasa igual a 4.42%.

**TABLA 6** Composición bromatológica proximal de los ensilajes de Macabí (Elops saurus), Tiburón (especies más comunes de la zona) y Mapalé (Cathorops spixii).

Tipo de ensilaje	Humedad g/100 g	Grasa g/100 g	Proteína g/100 g	Ceniza g/100 g
Ensilaje de Macabí ( <u>Elops saurus</u> )	74.80	7.00	18.00	0.21
Ensilaje de Tiburón (Especies más comunes en la zona)	79.10	2.40	18.36	0.15
Ensilaje de Mapalé ( <u>Cathorops spixii</u> )	81.47	4.42	13.90	0.20



Con relación a los valores de cenizas, estos variaron entre 0.15 y 0.21%, en el ensilaje de Tiburón y Macabí, respectivamente; el ensilaje de Mapalé presentó un valor de cenizas igual a 0.20%, estos contenidos son similares a los reportados por la literatura, entre 0,17 y 0,25% (36).

#### 9.1.3. Elaboración de las dietas.

Las dietas se elaboraron según lo expuesto en el ítem 8.2.1.

#### 9.1.4. Evaluación de la calidad proteínica

##### 9.1.4.1. Contenido proximal de las dietas

Las tres dietas formuladas a base de ensilaje de pescado fueron ajustadas teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de la especie menor curí (Cavia cobaya), la cual es un roedor, y por esta razón las dietas fueron presentadas en forma de "pellets" cilíndricos, con diámetro aproximado de 1 cm.

En la tabla 7 se presenta en forma detallada la composición bromatológica de las dietas suministradas a la especie menor Curí (Cavia cobaya), las cuales presentaron un nivel de proteína entre 13.90% (elaborados con ensilaje

**TABLA 7** Composición bromatológica de las dietas formuladas y elaboradas para el ensayo nutricional en Curí (Cavia cobaya).

Tipo de dieta	Humedad g/100 g	Cenizas g/100 g	Grasa g/100g	Proteína * g/100 g
Dieta 1	16.61	4.20	3.12	16.84
Dieta 2	15.35	6.90	6.83	16.40
Dieta 3	18.84	7.80	1.84	18.37
Dieta 4	12.00	12.00	2.00	14.00
Dieta 5	17.18	7.40	0.41	---

\* Nitrógeno x 6.25

Dieta 1 Dieta elaborada con ensilaje de Macabi (Elops saurus).

Dieta 2 Dieta elaborada con ensilaje de Tiburón.

Dieta 3 Dieta elaborada con la mezcla de los ensilajes de Macabi (Elops saurus) y Mapalé (Cathorops spixii)

Dieta 4 Dieta control Casa y Granja de Purina.

Dieta 5 Dieta libre de Nitrógeno (D.L.N).

de Mapalé) y 18.36% (elaborado con ensilaje de Tiburón). Asimismo, en ella se muestra el contenido bromatológico de las Dietas Experimentables, y Dieta Libre de Nitrógeno (D.L.N.); esta última contenía todos los componentes alimenticios, excepto ensilaje de pescado como aporte de proteína.

El contenido de humedad en las dietas varió entre 15.35 (Dieta elaborada con ensilaje de Tiburón) y 18.84 (Dieta elaborada con la mezcla de los ensilajes de Macabí - Mapalé); la dieta elaborada con el ensilaje de Macabí presentó un nivel de humedad igual a 16.61% la dieta control, 12% y la dieta libre de nitrógeno, 17.18%.

El nivel de proteína en las dietas estuvo entre 14.00% (Control Purina) y 18.37% (Dieta elaborada con la mezcla de ensilaje de Macabí-Mapalé); la dieta con ensilaje de Macabí presentó un nivel de proteína de 16.84% y la dieta de Tiburón, 16.40%.

El contenido de grasa presente en las dietas varió entre 1.84 (mezcla de ensilaje de Macabí - Mapalé) y 6.83% (Ensilaje de Tiburón); siendo este último valor más del doble del presentado por la dieta elaborada con ensilaje de Macabí - Mapalé (1.84%). El menor valor de grasa fue

\*  
**TABLA 8** Algunas características físicas de peletizados elaborados con ensilaje de pescado.

Tipo de dieta	CARACTERISTICAS		
	Color	Textura	Olor
Dieta 1	Pardo cremoso	Semi-quebradizo	Ligeramente a pescado.
Dieta 2	Pardo acanalado	Compacto	Ligeramente a pescado.
Dieta 3	Pardo carmelita	Compacta	Ligeramente a pescado.
Dieta 1	Peletizado elaborado con ensilaje de Macabí ( <u>Elops saurus</u> ).		
Dieta 2	Peletizado elaborado con ensilaje de Tiburón (especies más comunes de la zona).		
Dieta 3	Peletizado elaborado con la mezcla de los ensilajes de Macabí ( <u>Elops saurus</u> ) y Mapalé ( <u>Cathorops spixii</u> ).		

\*  
determinado en la dieta libre de Nitrógeno (0.41%).

Con relación al contenido de cenizas, el mayor valor fue determinado en la dieta elaborada con la mezcla de los ensilajes Macabí - Mapalé (7.8%), siendo el menor el presentado por la dieta elaborada con el ensilaje de Macabí (4.2%); la dieta con ensilaje de Tiburón mostró un contenido de cenizas igual a 6.9%.

#### 9.1.5. Ensayos nutricionales.

Los resultados de PER, R-PER, NPR, R-NPR, EA y DA, se presentan en la tabla 9.

##### 9.1.5.1. Índice de Eficiencia Proteica (PER).

El mayor y mejor valor del PER,  $3.67 \pm 0.70$ , fue determinado en la dieta elaborada con ensilaje de Macabí, valor que presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), según se determinó con la prueba de Duncan (30), con las otras dietas. La dieta elaborada con la mezcla de los ensilajes de Macabí y Mapalé, presentó un valor de PER igual a  $2.86 \pm 0.88$ ; la dieta control  $2.81 \pm 0.46$  y la dieta elaborada con el ensilaje de Tiburón,  $2.17 \pm 0.66$ ; las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí ( $P < 0.05$ ).

\*  
**TABLA 9** Valores de PER, R-PER, R-NPR, E.A Y D.A, Determinados en Curí (*Cavia cobaya*), Alimentados con dietas a base de Macabi (*Elops Saurus*), Tiburón (Especies más comunes de la zona), de la mezcla Mapale - Macabi (*Cathorops Sexii*) (*Elops Saurus*) y con una dieta control Purina.

FUENTE PROTEICA	PER X + D.S	R-PER	NPR	R-NPR	E.A	D.A
Dieta con ensilaje de Macabi	3.67 + 0.70	168.34	6.11 + 1.65	120.97	0.39 + 0.06	93.28 + 4.20
Dieta con ensilaje de Tiburón	2.17 + 0.66	99.54	4.96 + 1.13	98.22	0.26 + 0.04	87.14 + 7.85
Dieta con ensilaje de la mezcla Mapale Macabi	2.86 + .88	139.19	6.41 + 2.18	127.36	0.35 + 0.10	89.61 + 4.45
Dieta Control Purina	2.18 + 0.46	100.00	5.04 + 0.75	100	0.21 + 0.03	69.69 + 7.53

X + D.S: Promedio más o menos Desviación Estandar  
 Los valores de R-PER, R-NPR, están dados en porcentajes  
 relativos a la dieta control

Por lo anterior, se establece que la dieta a base de ensilaje de Macabí-Mapalé produjo un impacto nutricional similar al alcanzado con la dieta control y con la dieta elaborada a base de ensilaje de Tiburón.

Es notable, por lo tanto el resultado nutricional determinado con la dieta a base de ensilaje de Tiburón, no obstante que el Tiburón, como pez elasmobranquio, presenta de su Nitrogeno total un alto contenido de urea; lo que viene a incidir en el contenido de Nitrogeno Proteico Total.

Lacera, A (1982), determinó que el Nitrogeno no proteico de la carne de Tiburón representa un promedio del 23.70% del Nitrogeno total.

Lacera, A (1982), menciona que Kizevetter y Nasedkina determinaron que del contenido total de Nitrogeno, sólo entre 50 y 64% es proteico y entre 36 y 50% no proteico.

Igualmente en la misma publicación Seve, Aumaitre y Tord, se reporta un PER, en ratas, de 2.83 con harina de pescado de músculo blanco, prensado y desgrasado parcialmente.

Lacera, Armando (23) alimentaron ratas Wistar con carne bien fresca de Lamprea (Petromyzon minus), al nivel de

12% de proteína, obteniéndose PER igual a 2.38.

Lacera, A (1982), reporta que Pronezuk et al estudiaron el valor nutritivo de harina y concentrado proteico, de pescado, en ratas alimentadas con nivel de proteína de 10%, encontrándose valores de PER igual a 2.64 y 2.46, respectivamente.

Corvacho, R. Perez A. y Vargas, V. (1986), determinaron un PER de  $6.38 \pm 0.44$ , en ratones Bald canmerlbr, alimentados con queso elaborado a base de carne de Tiburón.

Lacera, A (1982) determinó un PER 2.58, en ratas Wistar, alimentadas con harina de carne de Tiburón tollo desecada, demostrando que hasta cierto punto la úrea presente tiene un efecto nutricional positivo. Este valor de PER no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) con la dieta de caseína.

Por lo tanto, se puede afirmar que los valores de PER obtenidos en el presente ensayo son comparables a los reportados por la literatura en ratas y ratones Bald canmerlbr.

Con base en los resultados determinados con las tres dietas ensayadas, se concluyó que la dieta elaborada con



el ensilaje de Macabí tuvo un mayor y mejor impacto nutricional en el Curí (Cavia cobaya).

Se comprueba así en una especie menor, como lo es el Curí el excelente valor nutricional de la carne de Tiburón mediante el ensayo del PER.\*

No obstante, fué imposible conseguir datos del PER, NPR y DA en la literatura para Curí o especies similares que también permitieran una comparación mucho más a fondo.

## **9.2. INTERPRETACION DEL DISEÑO ESTADISTICO EXPERIMENTAL**

### **9.2.1. Análisis de Varianza.**

Para efectuar el análisis de varianza a los resultados obtenidos de Índice de Eficiencia Proteica (PER); Razón Neta Proteica (NPR), Eficiencia Alimenticia (EA) y Digestibilidad Aparente (DA), se siguieron los siguientes pasos:

#### **9.2.1.1. Índice de Eficiencia Proteica (PER).**

Valores de PER obtenidos en Curí alimentados con las dietas a base de ensilaje de pescado y control Purina.

D	D	D	D
4.9	2.17	2.72	2.95
3.89	3.04	4.42	2.66
3.34	2.43	3.95	2.19
3.61	1.49	3.37	2.00
3.95	2.46	1.90	2.31
2.60	1.82	2.40	2.12
3.43	1.18	2.10	1.78
---	3.14	2.07	1.47
---	1.80	2.88	---
25.72	19.53	25.82	17.48
(X )	(X )	(X )	(X )

$$X_{..} = X + X + X + X$$

$$X_{..} = 25.72 + 19.53 + 25.82 + 17.48$$

$$X_{..} = 88.55$$

$$X = X / n = 25.72 / 7 = 3.67, \text{ de donde } n = \text{Número de individuos.}$$

$$\begin{aligned} X &= 19.53/9 &= & 2.17 \\ X &= 25.82/9 &= & 2.86 \\ X &= 17.84/8 &= & 2.18 \end{aligned}$$

En donde:

D = Dieta elaborada con ensilaje de Macabí

D = Dieta elaborada con ensilaje de Tiburón

D = Dieta elaborada con la mezcla de ensilaje de Macabí-  
Mapalé.

D = Dieta Control Purina.

#### 9.2.1.2. Cálculo del Factor de Correlación (F.C.).

$$F.C = \frac{X}{n_i} = \frac{(88.55)}{33} = 237.60$$

Donde  $n_i$  = Número de individuos

#### 9.2.1.3. Cálculo de la Suma de Cuadrados (S.C)

##### 9.2.1.3.1. Suma de Cuadrados Totales

$$S.C \text{ Total} = X - F.C$$

$$\begin{aligned} S.C \text{ Total} &= ( (4.9) + (3.82) + \dots + (1.47) ) - F.C \\ &= 25.80. \end{aligned}$$

## 9.2.1.3.2. Suma de Cuadrados ( Tratamiento )

$$S.C \text{ (Tratamiento)} = \frac{\sum X_i^2}{n_i} - F.C$$

$$S.C \text{ (Tratamiento)} = ( (25.72)^2 + (19.53)^2 + (25.82)^2 + (17.48)^2 ) - F.C. = 11.46$$

## 9.2.1.3.3. Suma de cuadrados (error)

$$S.C \text{ (error)} = S.C \text{ Total} - S.C \text{ (Tratamiento)} \\ = 14.34$$

## 9.2.1.4. Grado de libertad total (G.L.)

$$G.L. \text{ Total} = (n_i) - 1 = 32$$

## 9.2.1.4.1. Grado de Libertad del error

$$G.L. \text{ (error)} = (n_i - 1) - (a - 1) = 29; \text{ donde } a \text{ es el número de tratamientos. O sea } a = 4.$$

## 9.2.1.4.2. Grado de Libertad (Tratamiento)

$$G.L. \text{ ( Tratamiento )} = G.L. \text{ Total} - G.L. \text{ (error)}. = 3.$$

## 9.2.1.5. Cuadrado Medio Total

$$C.M. \text{ Total} = \frac{S.C \text{ Total}}{G.L. \text{ Total}} = 0.80$$

## 9.2.1.5.1. Cuadrado Medio (Tratamiento)

$$C.M \text{ (Tratamiento)} = \frac{S.C \text{ (Tratamiento)}}{G.L \text{ (Tratamiento)}} = 3.82$$

## 9.2.1.5.2. Cuadrado Medio del error

$$C.M. \text{ (error)} = \frac{S.C \text{ ( error )}}{G.L \text{ ( error )}} = 0.49$$

## 9.2.1.6. Frecuencia Calculada (F.C)

$$F.C = \frac{C.M \text{ ( Tratamientos )}}{C.M \text{ ( error )}} = 7.79$$

Con base en estos resultados fué elaborada la Tabla 10. Los anteriores resultados indican que la Frecuencia (F), fué altamente significativa, estableciéndose que existe diferencias estadísticas significativas (  $P > 0.05$  ), entre los promedios de PER, en Curí alimentados con las tres dietas experimentales a base de ensilaje de pescado y una control Purina.

## 9.2.1.7. cálculo del Coeficiente de Variabilidad ( C.V )

$$C.V = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 = \frac{C.M \text{ (error)}}{2.68} = \frac{0.49}{2.68} = 26.1\%$$

TABLA 10. Análisis de varianza para Índices de Eficiencia Proteíca (PER), determinados en Curíes (Cavia cobaya) alimentados con cuatro dietas pesqueras diferentes, durante veintiocho (28) días.

Efectos de Varianza	G.L	S.C	C.M	F.C	F Tabulado	
					0.05	0.01
Tratamiento	3	11.46	3.82	7.79*	2.93	4.54
Error	29	14.34	0.49			
Total	32	25.80				

F.C (Calculada); F. (Tabulada).

\* La diferencia es altamente significativa ( P 0.05 ).

Este coeficiente de variabilidad ( C.V ), aunque se encuentra relativamente alto, puede considerarse confiable, teniendo en cuenta que se trabajó con animales, circunstancias en las cuales intervienen una serie de parámetros externos muy difíciles de controlar.

#### 9.2.1.8. Prueba de comparación múltiples de Duncan.

Mediante la prueba de Duncan se calcularon las significancias estadísticas existentes en los diversos valores de PER.

#### 9.2.1.9. Error estándar de la media.

$$SX = \frac{C.M \text{ (error)}}{2} \left( \frac{1}{n} + \frac{1}{n} \right)$$

de donde:

n ; Número de repeticiones del tratamiento uno.

n ; Número de repeticiones del tratamiento dos.

$$SX = 0.245 \frac{1}{n} + \frac{1}{n}$$

Utilizando la Tabla A-4 de Duncan (véase Anexo 2), para  $\alpha = 0.05$  (5%), con grado de libertad (G.L) igual a 29, se obtuvieron los valores correspondientes de t para dos, tres y cuatro medias, respectivamente.

Los valores de media calculada con  $\alpha = 0.05$ , según Tabla de Duncan, para  $t$  :

Grado de Libertad		Número de Medidas		
		2	3	4
29	0.05	2.895	3.04	3.125

#### 9.2.1.10. Cálculo del Límite de Significancia ( L.S ).

Una vez determinados los promedios de PER para cada dieta se ordenaron en forma decreciente, determinando el número de medias y efectuando las diferencias existentes entre ellos; estos valores fueron comparados con los L.S (Límite de Significancia Calculada), permitiendo así establecer las diferencias estadísticas existentes entre las cuatro dietas.

$\frac{D}{\text{-----}}$	$\frac{D}{\text{-----}}$	$\frac{D}{\text{-----}}$	$\frac{D}{\text{-----}}$
3.67	2.86	2.18	2.17

$$L.S = t \cdot S_X$$

$$L.S (D_1, D_2) = 2.895 \cdot 0.245 \left( \frac{1}{7} + \frac{1}{9} \right) = 0.716$$



$$L.S (D, D) = 3.04 \quad 0.245 \left( \frac{1}{7} + \frac{1}{8} \right) = 0.774$$

$$L.S (D, D) = 0.773$$

$$L.S (D, D) = 0.694$$

$$L.S (D, D) = 0.705$$

$$L.S (D, D) = 0.694$$

#### 9.2.1.11 Cálculo de las Diferencias entre las Medias

D	-	D	=	0.81	0.716	Significativa
D	-	D	=	1.49	0.774	Significativa
D	-	D	=	1.50	0.773	Significativa
D	-	D	=	0.68	0.694	No significativa
D	-	D	=	0.69	0.705	No significativa
D	-	D	=	0.01	0.694	No significativa

La significancia se estableció considerando que cuando la diferencia entre las medias es mayor que el L.S calculado, éstas son diferentes; en caso contrario, se considera estadísticamente iguales o equivalentes ( 31 ).

De igual manera se efectuaron los cálculos para NPR, EA, y DA. En la Tabla 11, se muestran los resultados según la prueba de Duncan.

El análisis de Varianza con los valores promedios de la Razón Neta Proteica ( NPR ) no estableció diferencias estadísticas significativas (  $P > 0.05$  ), entre las dietas ensayadas.

El análisis de Varianza con los valores de Digestibilidad Aparente ( DA ), indican que la frecuencia F, fue altamente significativa (  $P < 0.05$  ), por lo tanto las diferencias estadísticas en las dietas ensayadas fueron significativas.

#### 9.2.2 PER Relativo ( R - PER ).

Definiendo R - PER, como la razón entre el PER de la Proteína del alimento ensayado y el PER de la Proteína del alimento control, se tiene que:

$$R - PER = \frac{(\text{PER}) \text{ Proteína de ensayo}}{(\text{PER}) \text{ Proteína Control}} \times 100$$

De esa forma se determinaron los siguientes valores de R - PER.

Dieta 1 : 168.34% (Dieta elaborada con ensilaje de Macabí)

Dieta 2 : 99.54% (Dieta elaborada con ensilaje de Tiburón)

Dieta 3 : 131.19% (Dieta elaborada con la mezcla de los

**TABLA 11** Significancia estadística, mediante la prueba de Duncan, entre los correspondientes promedios de PER, NPR, EA y DA, obtenidos en el ensayo nutricional en Curí o Cuy (Cavia cobaya)

	D I E T A S				C.V
	1	2	3	4	%
PER	3.67	2.17	2.89	2.18	26.10
NPR	6.11	4.96	6.41	5.04	27.40
EA	0.398	0.265	0.351	0.216	22.80
DA ( % )	93.28	87.14	89.61	69.59	7.40

Dieta 1 : Con ensilaje de Macabí

Dieta 2 : Con ensilaje de Tiburón

Dieta 3 : Con mezcla de ensilaje de Macabí - Mapalé

Dieta 4 : Dieta Control Purina.

Los valores con letras iguales en sentido horizontal, no existen diferencias estadísticas significativas al 5%.

ensilajes de Macabí - Mapalé).

Dieta 4 : 100.00% (Dieta control Purina).

Los resultados anteriores descritos indican la excelente calidad nutricional de las dietas elaboradas con los ensilajes de pescado, pues inclusive el PER obtenido con la dieta a base de ensilaje de Tiburón ( $2.17 \pm 0.66$ ), es adecuado desde el punto de vista de calidad, ya que representa el 99.54% del PER de la Proteína alcanzada con la dieta control Purina ( $2.18 \pm 0.46$ ), la cual cumple comercialmente con los requerimientos nutricionales de la especie menor Curí (Cavia cobaya).

#### 9.2.3. Razón Netz, Proteica (NPR).

Según las tablas 9 y 11 el mayor valor de NPR, ( $6.41 \pm 2.18$ ), fué presentado por la dieta elaborada con la mezcla de los ensilajes de Macabí - Mapalé, el cual no mostró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), con los valores determinados con las dietas a base de ensilajes de Tiburón ( $4.96 \pm 1.13$ ), Macabí ( $6.11 \pm 1.65$ ) y con el control Purina ( $5.05 \pm 0.75$ ).

Como era de esperar, estos resultados están de acuerdo con el hecho de que el ensayo de NPR es una mejora sobre el

PER (30), ensayo que permite discriminar mejor sobre la calidad de alimento proteico, debido a que el PER tiene las siguientes limitaciones:

1. El aumento de peso puede deberse también a la ganancia de grasa y no de proteína.
2. No es proporcional, en lo que respecta a los valores, debido a que no da razón sobre la ganancia de Nitrógeno para mantenimiento; así por ejemplo, un PER de 4 no significa que sea doblemente mejor que un PER de 2. En estos casos se debe considerar que el alimento que produjo un PER de 4 es mejor que el alimento que produjo el PER 2.
3. El PER no es reproducible en todas las condiciones geográficas y laboratorios.

#### 9.2.4. NPR Relativo (R - NPR)

Si se define el NPR relativo (R - NPR), como la relación existente entre el NPR de la Proteína del alimento ensayado y el NPR de la Proteína del control, entonces:

$$R - NPR = \frac{(NPR) \text{ Proteína de ensayo}}{(NPR) \text{ Proteína control}} \times 100$$



Se obtuvieron así los siguientes valores:

Dieta 1 : 120.99% (Dieta elaborada con ensilaje de Macabí)

Dieta 2 : 98.22% (Dieta elaborada con ensilaje de Tiburón)

Dieta 3 : 127.36% (Dieta elaborada con la mezcla de los ensilajes de Macabí - Mapalé)

Dieta 4 : 100.00% (Dieta control Purina).

Se deduce claramente que sólo la dieta elaborada con el ensilaje de Tiburón mostró un NPR por debajo del correspondiente al del control.

Es importante mencionar que los adecuados valores de PER y NPR determinados con las dietas a base de ensilajes de Macabí y la mezcla Macabí - Mapalé pueden ser debido, fundamentalmente, a la grasa existente en el músculo de Macabí ( 7% ), la que hace parte importante de los mencionados ensilajes.

9.2.5. Eficiencia Alimenticia se define como:

$$EA = \frac{\text{Ganancia de peso}}{\text{Alimento Ingerido}}$$

La mejor Eficiencia Alimenticia la presentó la dieta elaborada con ensilaje de Macabí ( $0.39 \pm 0.06$ ), indicando

esto que por cada gramo (ó lb ó Kg); es decir que el factor de conversión alimenticia (F.C.A) alcanzado con esta dieta fué de 2.5: 1.0.

Con la dieta a base de ensilaje de Tiburón se determinó una EA igual a  $0.26 \pm 0.04$ ; con la dieta elaborada con la mezcla de los ensilajes de Macabí - Mapalé,  $0.35 \pm 0.10$ ; y con la dieta control Purina una EA igual a  $0.21 \pm 0.03$  (Véase tabla 9).

La Eficiencia Alimenticia determinada con la dieta a base de ensilajes de Macabí ( $0.39 \pm 0.06$ ) no mostró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) con la EA obtenida con la dieta de la mezcla de ensilaje Macabí - Mapalé ( $0.35 \pm 0.10$ ); pero ambas dietas sí mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con la dieta a base de ensilaje de Tiburón ( $0.26 \pm 0.04$ ) y con la dieta control Purina ( $0.21 \pm 0.03$ ) (Véase tabla 9).

Las dietas elaboradas con ensilajes de Tiburón y la control Purina no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) entre sí, reportando valores más bajos en F.C.A, iguales a 3.8: 1 y 4.7 : 1, respectivamente.

Los resultados de F.C.A determinados con las dietas a base

de ensilaje de Macabí ( 2.5 : 1 ) y de la mezcla Macabí Mapalé ( 2.8 : 1 ) son mejores que los reportados por Corvacho, R. Perez A., Vargas, V. (1986), en ratones Balb camerlbr, alimentados con queso elaborado a partir de carne de Tiburón, cuyos valores de F.C.A estuvieron entre 4.05 : 1 y 4.2 : 1, similares a los determinados con la dieta elaborada con ensilaje de Tiburón ( 3.8 : 1 ) y la dieta control de Purina ( 4.7 : 1 ).

#### 9.2.6. Digestibilidad Aparente ( DA ).

De acuerdo a la tabla 9, la mayor Digestibilidad Aparente ( 93.28 ± 4.20 ) fué determinada con la dieta a base de ensilaje de Macabí, valor que no presentó diferencias estadísticas significativas ( P < 0.05 ) con la dieta a base de ensilaje de la mezcla Macabí-Mapalé ( 89.61 ± 4.45 ) y con ensilaje de Tiburón ( 87.14 ± 7.85 ); pero sí fue estadísticamente diferente ( P > 0.05 ) a la dieta control ( 69.69 ± 7.53 ); estas dos últimas dietas no mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí.

Los valores de DA, determinados con las dietas a base de ensilajes de Macabí, Tiburón y con la mezcla Macabí-Mapalé ratifican aún más la excelente calidad nutricional y fácil asimilación de este material alimenticio por la especie menor Curí (Cavia cobaya).



Lacera, A (1982) determinó DA igual a 91.2%, en ratas Wistar alimentadas con harina de Tiburón tollo.

Corvacho, R., Perez A., Vargas. V, (1986), encontraron valores de DA entre 73.62 y 87.72% en ratones Bald canmerlbr alimentados con un queso elaborado a partir de la cerne de Tiburón (Orden Lamniformes), con un nivel de proteína igual a 11.20%.

Lacera, A (1982) menciona que Zombade Sathe, reportaron valores de DA entre 52.00 y 71.00%, en músculo de diez especies de pescado, utilizando como agente proteolítico la Pepsina.

También reporta a Pronezuk et al, alimentando ratas con algunas harinas de pescado determinaron valores de DA iguales a 75.90 y 72.90, utilizando un nivel de proteína igual al 10%.

En la misma población Seve, Aumaitre y Tord determinaron una DA de 90% en harina preparada con desechos de fileteado y proteolizado enzimáticamente. Luego de efectuado un desgrasado por doble centrifugación (al mismo tipo de harina) se determinó valores de DA de 91.4%; en ambos casos el nivel de proteína fue de 10%.

Es decir, los valores de DA determinados en el presente trabajo en Curí, entre  $87.14 \pm 7.85$  y  $93.28 \pm 4.20$  son similares y comparables a los reportados por la literatura para ratas Wistar y ratones Bald canmerlbr.

### 9.3 ANALISIS PRELIMINAR DE COSTOS

En la tabla 12 se presenta el análisis preliminar de costos correspondiente a la elaboración de los ensilajes de Tiburón (Especies más comunes de la zona), Macabí (Elops saurus) y Mapalé (Cathorops spixii).

Se tuvo en cuenta los costos de materia prima (obtenida en el mercado local y en faena de pesca), ácido fórmico, envases de vidrio donde se almacenó el producto ensilado, costo de operario, energía eléctrica, agua potable y transporte.

Es de anotar que durante la elaboración del ensilaje respectivo, se presentaron ciertas dificultades tales como los altos costos de adquisición de la materia prima (Tiburón), en el mercado local.

De acuerdo con la tabla 12, la especie de mayor rendimiento durante el proceso de ensilaje fue la de

TABLE 12. Costo de Producción de los ensilajes de Tiburón (especies más comunes de la zona), Macabí (*Elops saurus*) y Mapalé (*Cathorops spixii*).

ESPECIE PESQUERA	M.P.S.E		M.P.E.L		M.P.A Ensilar		Envases (vidrio) \$	Operarios 1/15' \$	Energía Eléctrica \$	Agua Potable \$	Transporte \$	Acido ml	Fábrica \$	Costo del Ensilaje		Porcentajes de los costos %
	kg	\$	Kg	g/100g	kg	g/100g								\$/kg	\$/Total	
Macabí ( <i>Elops saurus</i> )	17	3400	12	70.5	5.17	36.29	150	11.28	5.80	23.00	325.38	292.32	916.34	407.48	4389.80	35.40
Tiburón (Especies más comunes de la zona)	10	2500	9	90.0	8.25	82.50	150	11.28	5.80	23.00	91.40	219.24	732.26	401.00	3613.74	26.10
Mapalé ( <i>Cathorops spixii</i> )	20	4000	9	45.0	5.68	28.40	150	11.28	5.80	23.00	328.80	219.24	732.26	589.47	5305.47	38.40

M.P. : Materia Prima  
M.P.S.E.: Materia Prima Sin Eviscerar  
M.P.E.L.: Materia Prima Eviscerada y Limpia

Tiburón (90% con base en la materia prima adquirida); seguido por el Macabí (70.5%); el menor rendimiento fue para la especie Mapalé presentó un estado de madurez sexual avanzado por lo que en las operaciones de descabezado y eviscerado se redujo ostensiblemente y, por lo consiguiente, la cantidad de materia prima a ensilar.

A los seis (6) meses de almacenamiento, se determinó un rendimiento en peso de Tiburón ensilado 82.5%; en el Macabí 86.29% y en el de Mapalé sólo 28.4%, en relación respectiva a la masa ensilada.

Teniendo en cuenta el costo total del proceso el ensilaje de mayor costo (\$5.305,24), correspondió al Mapalé (*Cathorops spixii*), seguido por el elaborado con Macabí (*Elops saurus*), con (\$4.889.80); siendo el de menor costo el elaborado con Tiburón (\$3.613.74).

Por lo anterior, el valor del ensilaje de Tiburón representa sólo el 26.10% del costo total de producción; correspondiendo el del ensilaje de Macabí 35.40% y el de Mapalé 38.40%. Lo anterior está de acuerdo con los altos costos iniciales de la materia prima, tal como se observa en la tabla 12. Cada kilogramo de Macabí o Mapalé se obtuvo en el mercado local a razón de \$200 y su

rendimiento fué bajo con la excepción del Tiburón que presentó un rendimiento aceptable.

Se deduce, por lo tanto, que se pueden distribuir así los costos de producción por kilogramos de ensilaje: \$401.00, para el ensilaje de Tiburón; \$407.48, para el ensilaje de Macabí y \$589.47, el ensilaje de Mapalé.

Es necesario aclarar que los costos de producción de los diferentes ensilajes pueden ser disminuidos aún más, si se reemplaza el ácido fórmico por otro ácido (mineral u orgánicos, tales como el acético, sulfúrico y clorhídrico; comercial) de menor costo, debido a que el mencionado ácido representa el 20.26% del costo total del ensilaje de Tiburón, el 19.96% en el ensilaje de Macabí; 13.80% en el ensilaje de Mapalé. Igual resultado puede lograrse si se obtiene materia prima a menor precio.

#### **9.4. PRECIO DE VENTA PRELIMINAR DE LOS ENSILAJES DE PESCADO**

Con el propósito de disponer de información sobre el precio de venta, se supuso una rentabilidad bruta (R.B) del 25%, utilizando la relación:

$$R.B = \frac{P.V - C}{P.V}; \quad \text{donde; } P.V = \text{Precio de venta}$$

$$C = \text{Costo/Kg}$$

$$R.B = 25\% \text{ ó } 0.25$$

Por lo tanto  $P.V = C/0.75$ .

Con base en esta relación se obtuvieron los datos de precio de venta por ensilaje, presentados en la tabla 13.

#### 9.5. COSTO DE PRODUCCION DE LAS DIETAS ELABORADAS

Se basó en el estudio de costo de cada uno de los ensilajes elaborados con las especies, Tiburón (Especies más comunes de la zona), Macabí (Elops saurus) y Mapalé (Cathorops spixii).

Se formularon y elaboraron cuatro (4) dietas, presentándose su costo de producción en la tabla 14.

En la determinación de estos valores se tuvo en cuenta el costo de los ingredientes, formulados para 14 Kg, la adición del almidón, el transporte de las dietas al sitio de ensayo, energía eléctrica y agua potable.

Es de anotar que en el elevado costo determinado y presentado en la tabla 14, tuvo importante incidencia el

**TABLA 13.** Precio de Venta de los ensilajes de pescado elaborados para alimentar la especie menor Curí (Cavia cobaya).

---

Cantidad de Producto ( Kg )	Precio de Venta ( \$/Kg )
Ensilaje de Tiburón (Especies más comunes de la zona)	534.60
Ensilaje de Macabí ( <u>Elops saurus</u> )	543.30
Ensilaje de Mapalé ( <u>Cathorops spixii</u> )	785.96

---

TABLA No. 14 COSTOS DE PRODUCCION DE LAS DIETAS PELETIZADAS ELABORADAS A PARTIR DE ENSILAJE ACIDO-HUMEDO DE PESCADO

TIPO DE DIETA (Con ensilaje de)	ENSILAJE		INGREDIENTES Costos \$	ALMIDON		OPERARIO Costo \$/6horas	TRANSPORTE Costo \$	ENERGIA ELEC. 1.16/Kw/12h \$	AGUA POTABLE \$1.38/cc/30cc \$	PELETIZADO Cantidad (Kg)	COSTO DE DIETAS	
	Cantidad (Kg)	Costo \$		Cantidad (Kg)	Costos \$						\$/Kg	\$/Total
Macabi (Elops saurus)	4.36	1.817.30	4.533.90	5.376	722.93	270.82	99.25	13.92	41.40	8.00	937.44	7.499.52
Tiburón (Especies mas co- munes de la zona)	8.25	3.308.00	4.533.90	9.808	1.318.91	270.82	183.60	13.92	41.40	14.15	683.43	9.670.55
MEZCLA Macabi - Mapale	6.73	3.657.70	4.533.90			270.82	149.27	13.92	41.40	8.10	1.100.00	8.912.06
D.L.N. (Dieta Libre de Nitrogeno)			4.533.90	11.340	1.519.56	270.82	356.08	13.92	41.40	16.10	418.36	6.735.68
Control (Producto Purina)							111.27				180.00	1.011.27



alto costo del trifosfato de calcio; utilizado como fuente de fósforo y calcio, en forma de reactivo "puro". Por lo cual, se podrian rebajar los costos agregando el trifosfato de calcio grado comercial (12%). Esta incidencia representó el 60.45% del costo total, en el caso de la dieta con ensilaje de Macabí; 46.88%, en el caso de la dieta elaborada con ensilaje de Tiburón y 50.87% para la mezcla Macabí - Mapalé.

El almidón de yuca, obtenido en el mercado de la ciudad de Barranquilla, fué un ingrediente importante en proporcionar energía a las dietas, así como servir de factor de dilución para lograr el contenido proteínico requerido.

Considerando estos factores, el costo total para los 14 Kg. de dieta formulados inicialmente fueron: \$7.499.52, para la dieta elaborada con el ensilaje de Macabí; \$9.670.55 con ensilaje de Tiburón; \$8.912.06, con la mezcla de ensilajes de Macabí - Mapalé y \$6.735.68, la Dieta Libre de Nitrogeno (D.L.N). El monto total de la formulación y elaboración de las dietas fué de \$33.829.08, incluyendo el transporte de la dieta control Purina.

El costo por kilogramos de peletizado fué: \$937.44 para ,

el peletizado con ensilaje de Macabí; \$683.43, para el peletizado con el ensilaje de Tiburón; \$1.100.00, con el de la mezcla de Macabí - Mapalé. La dieta control (Producto comercial "Casa y Granja" de la casa Purina) tuvo un costo comercial de \$180.00, mucho menor que el de los peletizados elaborados con productos pesqueros.

La dieta peletizada elaborada a base del ensilaje ácido húmedo de Tiburón representó 28.58% del costo total; 22.16%, la dieta con Macabí y 26.34 la realizada a base de la mezcla pesquera Macabí - Mapalé.

## 9.6. COSTOS ECONÓMICOS DE LOS ENSAYOS NUTRICIONALES

### 9.6.1. Costos de la especie menor Curí (Cavia cobaya).

Los ejemplares fueron adquiridos en la periferia de la ciudad, principalmente en casa de personas de bajos ingresos económicos, en el corregimiento de Bonda, con un precio unitario de \$400.00, independiente del sexo.

Los ejemplares adquiridos fueron sometidos a un período de adaptación en libertad durante cinco (5) días igualmente por cinco (5) días en estado de semilibertad, en el lugar del ensayo.

## 9.6.2. Evaluación del ensayo nutricional.

Al inicio del ensayo nutricional se examinaron visualmente los ejemplares, con el fin de controlar parásitos externos o constatar casos de maltratos. Posteriormente, fueron colocados en sus respectivos compartimientos, administrándoseles agua y alimento adlibitum.

La alimentación, constituida por la dieta peletizada y pasto de corte, fué administrada en tres raciones diarias.

Durante la recolección de las heces se utilizó papel servilleta, colocado en las bandejas recolectoras, con el fin de absorber la orina y evitar se mezclara con las heces. La importancia del papel absorbente reside en que las heces deben permanecer parcialmente secas, evitando las proliferaciones de hongos y mohos. Ellas fueron almacenadas en frascos, con capacidad de 50 g.

La distribución final de los costos de los ensayos es la siguiente:

i )	Elaboración de ensilajes	\$ 13.808.78
ii)	Formulación y elaboración de las dietas	33.829.08
iii)	Construcción de las jaulas	136.000.00
iv)	Adquisición de los ejemplares de Curí	20.000.00
	T o t a l.	203.637.86

## 10. CONCLUSIONES

1. La materia prima pesquera, adquirida en el mercado local y en las áreas de pesca (Parque Nacional Tayrona), presentó características organolépticas adecuadas.
2. De las especies pesqueras utilizadas, el Mapalé (Cathorops sspixii) es el menos aconsejable para la elaboración de concentrados peletizados, a partir de su respectivo ensilaje, debido a su bajo rendimiento (28.40%) y, por consiguiente, resulta muy costosa su producción; pero el Tiburón sí es aconsejable por su alto rendimiento (82.50%).
3. Los ensilajes de pescado, así como las dietas peletizadas, formuladas y elaboradas con ellos, presentaron una apariencia física óptima.
4. Los ensilajes elaborados con las tres especies pesqueras presentaron un contenido de humedad entre 74.8% (con Macabí) y 8.47% (con Mapalé); el contenido

porcentual de grasa varió entre 2.4% (ensilaje de Tiburón) y 7.0% (ensilaje de Macabí); asimismo, el porcentaje proteico estuvo entre 13.90% (ensilaje de Mapalé) y 18.36% (ensilaje de Tiburón).

5. Las dietas formuladas y elaboradas a base de ensilaje de pescado presentaron porcentajes de humedad entre 15.35% (ensilaje de Tiburón) y 18.84% (con la mezcla de los ensilajes Macabí - Mapalé); el contenido de grasa varió entre 4.20% (ensilaje de Macabí) y 7.80% (Dieta elaborada con la mezcla de los ensilajes Macabí - Mapalé; los valores porcentuales de proteína determinados estuvieron entre 16.40% (con ensilaje de Tiburón) y 18.37% (con la mezcla de los ensilajes de Macabí - Mapalé).
6. Mediante la prueba del test de Duncan se estableció que:
  - a. El mayor valor de PER,  $3.67 \pm 0.70$ , determinado con la dieta a base de ensilaje de Macabí (Elops saurus), presentó diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) con las otras dietas ensayadas, incluyendo la dieta control.
  - b. Los valores de NPR, establecidos con las dietas

ensayadas, no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) entre sí correspondiendo el mayor valor ( $6.41 \pm 2.18$ ) a la dieta con la mezcla de los ensilajes de Macabí - Mapalé y el menor ( $4.96 \pm 1.13$ ) a la elaborada con el ensilaje de Tiburón.

c. La mezcla de los ensilajes de Macabí (Elops saurus) y Mapalé (Cathorops spixxi) en proporción 1: 2.9, mostró una calidad nutricional (NPR, EA, DA), en Curi, equivalente a la determinación con los peletizados a base de ensilajes de Tiburón y de la mezcla de Macabí - Mapalé, respectivamente.

d. La mayor conversión alimenticia (2.5 : 1) se alcanzó con la dieta a base de ensilaje de Macabí (Elops saurus) la cual no fue estadísticamente significativa con la determinada con la dieta a base de la mezcla de ensilaje de Macabí - Mapalé (2.8 : 1).

e. Los valores de Digestibilidad Aparente (entre 87.14 y 93.28%), determinados con la dietas a base de ensilaje de Macabí, Tiburón y la mezcla Macabí - Mapalé constataron su excelente calidad nutricional y fácil absorción de la especie menor Curi (Cavia cobaya).

- f. Por lo tanto, desde un punto de vista nutricional el Macabí (Elops surus) presenta las mejores propiedades.
7. La dieta a base de la mezcla de ensilaje de Macabí - Mapalé presentó el mayor costo de producción (\$1.100/kg), seguido por el de la dieta a base del ensilaje de Macabí (\$937.44/kg); siendo la de menor costo, (\$683.43/kg) la correspondiente a la dieta elaborada con ensilaje de Tiburón. No obstante, todos estos valores fueron varias veces mayores que el costo de concentrado comercial (\$180/kg), utilizado como control.
8. El alto costo de producción de las dietas se debe en parte al elevado valor de algunos ingredientes químicamente puros, como en el caso del trifosfato de calcio, utilizado como fuente de fósforo y calcio. Por lo cual, es menester utilizar ingredientes químicos de grado comercial para disminuir costos.
9. El Curí (Cavia cobaya), recién destetados y con un promedio de peso igual a 130 g, es una especie menor que puede ser utilizada para realizar ensayos nutricionales de alimentos concentrados a base de materia prima pesqueras.

## 11. RECOMENDACIONES

1. Se hace necesario la investigación orientada hacia la utilización de otro tipo de ácido en la elaboración de ensilaje, tal como el ácido acético, con el fin de disminuir los costos de producción.
2. Se hace menester implementar técnicas de procesamiento que permitan recuperar subproductos utilizandolos como materia prima para ensilajes.
3. Formular y elaborar dietas peletizadas, utilizando ensilaje de pescado como fuente proteínica, para la industria avicultora, cunicultura, porcina y ganadera.
4. Utilizar productos comerciales y desechos propios de la región como fuente de carbohidratos, fibra, calcio y fósforo con el objeto de disminuir costos económicos, durante la elaboración de dietas peletizadas.
5. Utilizar especies pesqueras de poco interés económico, pero con un alto rendimiento, para la elaboración de



ensilajes.

6. Crear las condiciones y motivaciones necesarias que permitan, dentro de la población ribereña, la utilización de especies continentales en época de abundancia o subienda, para la elaboración de ensilaje con destino a la alimentación de los animales existentes en sus pequeñas parcelas.
  
7. Se hace énfasis en que la utilización de alimento peletizado, sólo se justifica en explotaciones tecnificadas y con animales mejorados, puesto que en Curfes criollos, debido a sus bajos rendimientos reproductivos, es antieconómico el uso.

## 12. RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Universidad del Magdalena (Santa Marta), Colombia, con la finalidad de efectuar el aprovechamiento del ensilaje de algunas especies de pescado, en la formulación y elaboración de productos peletizados destinados a la alimentación de la especie menor Curí (Cavia cobaya).

Las materias primas pesqueras adquiridas en el mercado local de Santa Marta y en captura directa, respectivamente, fueron sometidas a un lavado previo con el fin de disminuir la suciedad acompañante; a continuación se sometieron a un eviscerado y descabezado, troceado, molienda (molino Hobart), acidificación, utilización ácido fórmico de 85% al 3.5% en peso de materia prima y almacenamiento por seis (6) meses, en envases de vidrio.

Se formularon y elaboraron tres (3) dietas, debidamente balanceadas, con un promedio de proteína entre 16 - 18%,

de tal forma que cumplieran los requerimientos nutricionales de la especie menor Curí (Cavia cobaya).

Durante la fabricación del peletizado, con los ensilajes ácido - húmedos de pescado, se adicionaron ingredientes (Fibra, fósforo, calcio, vitamina "C", aceite vegetal, aceite de hígado de pescado, mezcla mineral), los cuales se mantuvieron en relación constante en cada una de las formulaciones.

A las tres (3) dietas elaboradas con materia prima pesquera se le hicieron los análisis químicos correspondientes, determinándose proteína, grasa, humedad y ceniza (g/100g); entre 13.9 - 18.36; 1.84 - 6.83; 15.35 - 18.84; 4.2 - 7.8, respectivamente.

Las dietas elaboradas y una dieta control Purina, fueron almacenadas a temperatura ambiente (35 - 37 grados centígrados) por un mes, tiempo después del cual mantuvieron estables su coloración y su apariencia general.

Las dietas fueron evaluadas en Curí (Cavia cobaya), colocados individualmente en jaulas metálicas, según las pruebas de Índice de Eficiencia Proteica (PER), Razón Neta Proteica (NPR), Digestibilidad Aparente (DA) y Eficiencia

Alimenticia (EA).

Los datos obtenidos con las dietas ensayadas durante las pruebas nutricionales en Curí, fueron sometidas al análisis de rango múltiple de Duncan no determinándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el peletizado experimental en relación a la características de textura, olor y compactación.

Basado en una rentabilidad bruta del 25%, los peletizados elaborados con ensilaje ácido - húmedos de pescado, presentaron los siguientes precios de venta: \$683.43/kg, para el peletizado de Tiburón \$937.44/kg, para el de Macabí y \$1.100/kg, para el peletizado elaborado con la mezcla de los ensilajes de Macabí - Mapalé, respectivamente.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALVARES, R.J. A comparative study of the nutritional value of protein from ensiled fish. Revista Cubana de ciencia Agricola., 1972, 6, 219 - 222.
- 3 2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington. D.C. Official Methods of Analysis of AOAC; 12th ed., Washington, D.C., 1975 pp 1094.
- 5 3. AYAL, M.E. Cunicultura Industrial. Editorial Salvat, 1952. Barcelona pp 196 - 197.
- 7 4. BOLANOS, N. La explotación del Cuy o Curí. Revista ESSO Agrícola. Vol XXXVI R. No.1., Abril 1989.
- 5.8 5. BORGSTROM, G. Fish as food. Academic Press, New York and London. Vol II, 1961. pp 735.
- 10 6. CASTANO, M.Q. Explotación del Curí o Cuy. Manual de Asistencia Técnica No.17. Bogotá 1973.
- 7 7. ----- Método para la preparación de raciones para los animales (Aves - Conejos - Cerdos - Curíes)., Boletín técnico No. 27. Bogotá 1973.
- 13 8. COLOMBIA DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, 1964. Censo Agropecuario Nacional. Bogotá. pp 30 - 36 - 39 - 41.
- 14 9. CORDOVA, E. BELLO, R. Procedimiento y evaluación de

ensilaje de pescado a partir de la fauna de  
acompañamiento del camarón. Archivo  
Latinoamericano de Nutrición. 1968. Vol XXXVI.  
No. 3 INCAP. Guatemala pp 523 - 535.

- 15 10. CORVACHO, R. ITAMAR, A. y VARGAS, V. Elaboración de  
queso de pescado a partir de carne de Tiburón  
(Orden Lamniformes). Tesis Ing. Pesquera, Santa  
Marta, Universidad del Magdalena 1986.
- 16 11. DISNEY, J.G. Recent development in fish silage.  
Torry Research Station, Aberdeen, Mayo 1976.
12. DISTER, R. La vida y el hombre. El mundo animal, el  
animal del laboratorio. Editorial Salvat. Génova  
2 (11 ), 1961 pp 144.
13. FISKE, C.H. SUBBAROW. The colorimetric method of the  
determination of phosphorus. J. Biol. Chem., 66 -  
74. 1954.
14. GONZALEZ, R.L. Bormatología Zootécnica y Alimentación  
Animal. Editorial Salvat., Barcelona, 1962 pp 442  
- 451.
- 20 15. HORIES, S. and SEKINE, Y. Increase of volatile basic  
nitrogen and growth of bacteria in the muscle of  
fish at the early stage of spoilage. J Tokyo Univ.  
Fisheries 41, 69 - 74. 1954.
- 21 16. HURT, H.D., FORSYTHE, R.H. Y KRIEGER, C.H. Factors  
which influence the biological evaluation of  
protein quality by the Protein Efficiency Ratio  
Method. En: Friedman, M. Ed. Protein nutritional  
quality of foods and feeds. Part I Marcel Dekker,  
Inc. New York. 1975.
- 22 17. JENSEN, J. Report to Danida Fiskeriministeriets  
Forsøgs microbiology. Academic Press, New York  
and London 1961.

18. KIRK, R. Experimental Design: Procedures for the behavioral sciences. Belmont, California, Brooks/Cole Publishing Co 1968.
19. KOVALEVA, V.J. Changes in the amino acid composition of fish silage. Belmont, California, Brooks/Cole Publishing Co., 1968.
20. KREUZER, R. Untersuchungen zur Durchführung des Fischgarnenssilage. II Der Ablauf bakterieller und chemischer Vorgänge bei der Silierung. Arch. Fischereiwiss 1954. 5., pp 47 - 58.
21. LACERA, A. Aprovechamiento de subproductos de Tiburón (Orden Pleurotremata). Tesis (Magister). Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Francia. INCAP - CESNA, curso post-grado en Ciencias y Tecnología de Alimentos 1982.
22. -----, A, BRUSSANI, R. BLANCO DE ARAYA, A. Evaluación en ratas de la Digestibilidad Aparente, Eficiencia Proteica de dietas a base de maíz. Revista Agronómica 1983 Vol. VI No. 1 - 4 Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia pp: 5 - 14.
23. ----- A. et al. Evaluación de la calidad proteica de la carne de Tiburón Tollo (Squalus acanthias). En; Revista Ingeniería Pesquera, Vol 4 No. 1 - 2 (Ene. Dic 1984); pp 45 - 67.
24. McBRIDE, J.R., IDIER, D.R Y MAC LEOD, R.A. The liquefaction of British Columbia herring by ensilage, proteolytic enzymes and acid hydrolysis. J. Fish Res. Board. Can 18 (1). 1961 pp 93 - 112.
25. MEYER, V. El pescado y los subproductos de la pesca. Segunda edición. Editorial Acribia., Zaragoza, España 1968.
26. OLLEY, J. Recent development in fish silage. Commonwealth Scientific and Industrial Research

organization Australia. Mayo 1976.

27. PEARSON, D. The Chemical Analysis of Foods. 7 th. Ed Longman Group Limited, London, 1976.
28. PETERSEN, H. Acid Preservation of Fish and Food. FAO Fish Bull. 6. 1953 pp 18 - 26.
29. PULDAR, V. J. El Curí, Cuy Sucuy, Cuye, Jaca o Conejo de Indias en Colombia (Cavia cobaya) Editorial MINagricultura. 1952. Bogotá pp 104.
30. RANKE, B. Uber die nicht - eiweissge bundenen und eiweissge bundenen Aminosauenbestande vo fischen, Mullusken und Krebsen. Arch. Fischereiwiss. 10, 177 - 159.
31. REYES, P. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas México. Primera reimpression 1981. pp 334.
32. RISSE, J. La alimentación del ganado ovino, bovino, aves y conejos. Editorial Blume - Tuset 8, 1970. Barcelona, España. pp 288.
33. SAINZ, P. E. Conejo Moderno. Editorial Sintes S.A., Barcelona, España. Séptima Edición. 1974. pp 64 - 75.
34. SAL, A.J.G. Fermentación de ensilaje. Editorial Aguilar Madrid, España. 1957.
35. SIEBERT, G Aktivitat Eiweiss - Spaltender Enzyme in Fischen Experientia 14, 65. 1958.
36. SOTO, E. PUEERTAS, C Y STEER, G. Ensilaje ácido-humedo de pescado a partir de Tiburón (Especies más comunes de la zona) Lisa (Mugil incilis) y Macabí (Elops Saurus). Tesis de grado.



Ingenieria Pesquera. Universidad del Magdalena.  
Santa Marta, Magdalena. Colombia 1986.

- 23 37. STANSBY, M. E. Tecnología de la industria pesquera.  
Zaragoza España. Editorial Acriba, 1968.
- 24 38. TATTERSON, I. N. Th preperation and storage of fish  
silaje. pag. Torry Reseacrch Station. Simp. on  
"Fish silage", Aberdeen, 27 de mayo de 1976.
- 25 39. THE UNITED NATIONS UNIVERSITY. Nutritional evaluation  
of protein foods. Pellet,. Young, V.R. Editorial  
Food and Nutrition Bulletin Supplement 4, 1980.
- 26 40. WATSON. J. & SMITH, A.M. El ensilaje. Editorial  
Continental México 1963.

## ANEXO 1

## REGISTRO DEL CRECIMIENTO EN CURIES

Título: ENSAYOS ALIMENTICIOS EN CURI GENERO Cavia  
 UTILIZADO ENSILAJE ACIDO - HUMEDO.

Dieta

Fecha de iniciación:

Fecha de terminación:

-----  
 CURI No.                      Sexo    Total  
 -----  
 Fecha                              Hora:  
 -----  
 Peso  
 -----  
 Aumento peso  
 -----  
 Alimento sobrante  
 -----  
 Alimento ingerido  
 -----  
 Observaciones  
 -----

-----  
 CURI No.                      Sexo    Total  
 -----  
 Fecha                              Hora:  
 -----  
 Peso  
 -----  
 Aumento peso  
 -----  
 Aumento sobrante  
 -----  
 Alimento ingerido  
 -----  
 Observaciones  
 -----

## ANEXO 1

## REGISTRO DEL CRECIMIENTO EN CURIES

Titulo: ENSAYOS ALIMENTICIOS EN CURI GENERO Cavia  
 UTILIZADO ENSILAJE ACIDO - HUMEDO.

Dieta

Fecha de iniciación:

Fecha de terminación:

-----  
 CURI No.                  Sexo    Total  
 -----  
 Fecha                          Hora:  
 -----  
 Peso  
 -----  
 Aumento peso  
 -----  
 Aumento sobrante  
 -----  
 Alimento ingerido  
 -----  
 Observaciones  
 -----

-----  
 CURI No.                  Sexo    Total  
 -----  
 Fecha                          Hora:  
 -----  
 Peso  
 -----  
 Aumento peso  
 -----  
 Alimento sobrante  
 -----  
 Alimento ingerido  
 -----  
 Observaciones  
 -----

## ANEXO 2

Tabla A-4 (Continuación)

G.L del error	a	$\bar{c}_a$ = numero de promedios incluidos en el rango						
		2	3	4	5	6	7	8
16	05	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39
	01	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	3.72
17	05	2.90	3.1	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38
	01	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	3.63	4.68
18	05	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37
	01	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64
19	05	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37
	01	4.05	4.24	4.25	4.43	4.50	4.56	4.61
20	05	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36
	01	1.02	4.22	4.22	4.40	4.47	4.53	4.58
22	05	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35
	01	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53
24	05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34
	01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49
26	05	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34
	01	3.93	4.11	4.21	4.21	4.30	4.36	4.41
28	05	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33
	01	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43
30	05	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32
	01	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41
40	05	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30
	01	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34
60	05	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28
	01	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27
100	05	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26
	01	3.71	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21
&	05	2.77	2.91	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23
	01	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14