

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

ESTUDIO SOBRE LA CONSERVACION DEL SUBPRODUCTO
DEL CAMARON CON DOS NIVELES DE INCLUSION (5%,
10%) DE ACIDO SULFURICO.

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

INGENIERO AGRONOMO

POR

KARLA DEL CARMEN CANALES OSORNO
ANA MARCIA RODRIGUEZ VAZQUEZ

Managua, Nicaragua
1993

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

INGENIERO AGRONOMO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL:



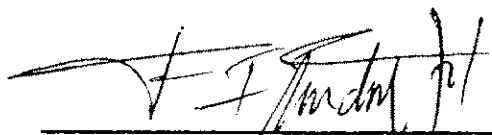
Lic. Tania Garcia G.
Presidente



Ing. Miguel Matus López.
Secretario

Ing. Francisco Baltodano.
Vocal

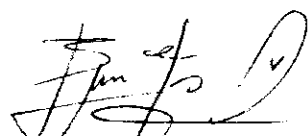
TUTORES:



Ing. Fernando Londoño.
Profesor Consejero

Dr. Andrea Massarelli
Profesor Consejero

SUSTENTANTES:



Karla del Carmen Canales Osorno.
Estudiante.



Ana-Marcia Rodríguez Vázquez.
Estudiante.

DEDICATORIA

De Karla.

A mis padres : José Guillermo Canales Lacayo
Zela de los Angeles Osorno Moraga

A mis hermanos: Sergio, Damaris, Ma. Elena, Zela,
German y Guillermo.

De Ana Marcia.

A mi pequeña niña: Ana Karla Rodríguez

A mi madre : María Magdalena Vásquez

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Fernando Londoño, consejero principal del presente trabajo.

Al Dr. Andrea Massarelli, por su valioso aporte al inicio del presente trabajo.

Al MOLISV (ONG-ITALIA), por su apoyo económico.

A las Lic. Damaris Mendieta y Luisa A. Mairena, por su apoyo en la ejecución de los análisis bromatológicos.

A la compañera Martha Robleto, por su colaboración en la impresión de este trabajo.

A las compañeras que laboran en la Biblioteca del CENIDA, Maritza, Mireya y Katty, por su aporte en la búsqueda de material bibliográfico.

CANALES OSORNO, K.C.; RODRIGUEZ VAZQUEZ, A.M. 1992.

Estudio sobre la conservación del subproducto del camarón con dos niveles de inclusión (5%, 10%) de ácido sulfúrico. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria (UNA) 53 p.

Palabras claves: Ensilaje, Subproducto camarón, Acidos inorgánicos.

ESTUDIO SOBRE LA CONSERVACION DEL SUBPRODUCTO DEL CAMARON CON DOS NIVELES DE INCLUSION (5%, 10%) DE ACIDO SULFURICO.

RESUMEN

Nicaragua produce 147,000 lb/mes de subproducto de la pesca del camarón y del pescado los cuales son destinados a la basura. Con el objetivo de proporcionar un método de conservación que conlleve a utilizar estos desperdicios en la alimentación animal se realizó el presente estudio que consistió en elaborar microensilajes con subproducto del camarón, tratados con ácido sulfúrico (5%, 10%) volumen/peso utilizando 20 microsilos de PVC con capacidad de 2 Kg cada uno. Se dividieron en 2 tratamientos evaluándolos a diferentes periodos de tiempo (7, 15, 30, 45 y 60 días), realizándose un DCA con arreglo unifactorial, análisis bromatológicos, determinación de AGV y pH.

Todos los ensilados presentaron predominancia de la fermentación láctica, los contenidos de proteína bruta variaron en un rango de 40.70 a 50.20% según los tratamientos. Todos los ensilajes se pueden utilizar a los 7 días después de ensilarse. El tratamiento de menor costo resulto ser el T₁ (5% H₂SO₄) con 0.56 USA/Kg.

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| Resumen..... | v |
| Lista de Cuadros..... | vii |
| Lista de Figura..... | viii |
| | |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1. Objetivo General..... | 3 |
| 1.2. Objetivos Específicos..... | 3 |
| | |
| II. REVISION DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. Ensilaje de Pescado..... | 4 |
| 2.2. Ensilados en la Alimentación Animal.. | 7 |
| | |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 11 |
| 3.1. Ubicación del Experimento..... | 11 |
| 3.2. Material Ensilado y Descripción de los microsilos..... | 11 |
| 3.3. Diseño Experimental | 11 |
| 3.4. Procedimiento..... | 12 |
| 3.5. Análisis Estadísticos..... | 13 |
| 3.6. Análisis Económico..... | 13 |
| | |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 14 |
| 4.1. Composición Bromatológica del sub- producto del camarón..... | 14 |
| 4.2. Composición Bromatológica del ensilaje del subproducto del camarón. | 16 |
| 4.3. Características Fermentativas de los ensilajes..... | 22 |
| 4.3.1. Acido Láctico..... | 22 |
| 4.3.2. Acido Acético..... | 23 |
| 4.3.3. Acido Butírico..... | 23 |
| 4.3.4. Contenido de Acidos Grasos Volátiles de la MS..... | 24 |
| 4.4. pH..... | 33 |
| 4.5. Análisis Estadísticos..... | 36 |
| 4.6. Análisis Económico..... | 39 |
| | |
| V. CONCLUSIONES..... | 44 |
| | |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 45 |
| | |
| VII. BIBLIOGRAFIA..... | 46 |
| | |
| VIII. ANEXOS..... | 50 |

LISTA DE CUADROS

| <u>Cuadro No.</u> | | <u>Página</u> |
|-------------------|--|---------------|
| 1 | Composición bromatológica del sub-producto del camarón (%)..... | 15 |
| 2 | Composición bromatológica del ensilaje del subproducto del camarón en base a MS(%)..... | 21 |
| 3 | Porcentajes de ácidos grasos volátiles (ác. láctico, ác. acético, ác. butírico) en los ensilados de los tratamientos T ₁ y T ₂ | 26 |
| 4 | Contenido porcentual de los ácidos grasos volátiles de la materia seca.... | 27 |
| 5 | Valores de pH obtenidos en los ensilajes de los tratamientos T ₁ y T ₂ | 35 |
| 6 | Valores promedio de las variable MS y PB obtenidos a los 7, 45 y 60 días de conservación..... | 36 |
| 7 | Análisis de Varianza para la variable MS a los 7 días de iniciado el ensilado, para los tratamientos aplicados.... | 37 |
| 8 | Análisis de Varianza para la variable PB a los 7 días de iniciado el ensilado, para los tratamiento aplicados..... | 37 |
| 9 | Análisis de Varianza para la variable MS a los 45 días de conservación para T ₁ y T ₂ | 38 |
| 10 | Análisis de Varianza para la variable PB a los 45 días de conservación para T1 y T2..... | 38 |
| 11 | Análisis de Varianza para la variable MS a los 60 días (final del ensayo) correspondiente a los tratamientos T1 y T2..... | 39 |
| 12 | Análisis de Varianza para la variable PB a los 60 días (final del ensayo) correspondiente a los tratamiento T1 y T2..... | 39 |
| 13 | Análisis económico de los ensilados realizados en cada tratamiento (Dolares)..... | 42 |

LISTA DE FIGURAS

| <u>Figura No.</u> | | <u>Página</u> |
|-------------------|---|---------------|
| 1 | Comportamiento del ác. láctico en el T ₁ y T ₂ durante el período de conservación.. | 28 |
| 2 | Comportamiento del ác. acético en el T ₁ y T ₂ durante el período de conservación.... | 29 |
| 3 | Comportamiento de los AGV en el tratamiento T ₁ (5% H ₂ SO ₄)..... | 30 |
| 4 | Comportamiento de los AGV en el tratamiento T ₂ (10% H ₂ SO ₄)..... | 31 |
| 5 | Representación gráfica del comportamiento de los AGV en los tratamiento T ₁ y T ₂ | 32 |

I. INTRODUCCION

El estado actual de la ganadería nicaragüense está caracterizada, entre otros elementos, por un déficit alimentario que principalmente se manifiesta en la época seca, donde los pastos por la escasez o carencia de las lluvias se secan produciendo una disminución en disponibilidad de forraje durante este período MIDINRA (1989) traduciéndose en mermas en la producción de la leche de hasta un 50%; en efectos negativos sobre el peso corporal de los animales, en el bajo comportamiento reproductivo subsecuente de los mismos y en casos extremos llega a comprometerse la sobrevivencia de los animales (Pezo, 1981).

Por otro lado el productor ganadero dado los precios prohibitivos y la escasez de alimento concentrado, procura no comprarlos, porque el aumento de los costos no compensa los ingresos obtenidos por la venta de sus productos. Así también los altos costos de la harina de pescado y su viabilidad de adquisición ha exigido al hombre desarrollar métodos nuevos y tradicionales de conservación de alimentos, especialmente en campos tales como la tecnología del pescado que ofrece una oportunidad para aumentar de modo notable los recursos alimenticios.

La harina de pescado se conoce como una fuente proteica muy conveniente en la nutrición de los animales, debido a su composición de ácidos aminados esenciales y a su alto valor biológico Kjeldsen et al. (1981) citados por Domínguez (1981), pero en aquellos lugares donde no es factible la deshidratación del pescado, ya sea por problemas económicos por no disponer de suficiente material como para justificar una planta deshidratadora, existe la alternativa del ensilaje de pescado. Alvares (1972) citado por Plaza y Alvares (1982), estudió el valor nutritivo de la proteína

del ensilaje de pescado y encontró que era semejante a la proteína de la harina de pescado, así pues, la fauna de acompañamiento del camarón y de la pesca industrial han recibido considerable atención como componente proteico de importancia para la producción de alimento animal.

Londoño y Massarelli (1990), señalan que la cantidad de desperdicios de la pesca del camarón y del pescado, en nuestro país, es de 147,000 lb/mes destinadas a la basura, siendo esto una fuente de materia prima para llevar a efecto una nueva tecnología de conservación de alimentos como respuesta a las necesidades de alimentación en la época de verano.

Por lo anteriormente expuesto el presente estudio se considera de interés, ya que actualmente existen residuos de la industria pesquera y camaronera que no están siendo aprovechados y podrían solventar en parte el problema de alimentación de los animales.

El presente trabajo tiene como propósito alcanzar los siguientes objetivos.

1.1. OBJETIVO GENERAL.

Proporcionar un método de conservación del subproducto del camarón utilizando como preservante ácido sulfúrico con dos niveles de inclusión (5% y 10%) v/p.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

Evaluar las propiedades preservativas del ácido inorgánico (ácido sulfúrico) a través del análisis bromatológico de los ensilados del subproducto del camarón.

Determinar la dinámica del ensilaje por medio del análisis de los ácidos grasos volátiles (AGV).

Evaluación económica del método de conservación con la utilización del ácido inorgánico como preservante.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. ENSILAJE DE PESCADO.

Según Domínguez (1981), el proceso de ensilaje no solamente puede ser empleado en la conservación de forrajes sino también en otros elementos que son subproductos agrícolas o de la pesca. Es conocida la poca estabilidad que tienen los residuos de pescado, por lo que hace mucho tiempo se ha intentado prolongar su tiempo de duración mediante un proceso sencillo como la elaboración de ensilaje de pescado.

Desde que A.I. Virtanen, 1920 (Disney, 1977 citado por Arêche, et al 1992) observó que los residuos de pescado se podrían mantener sin putrefacción durante mucho tiempo agregando ácidos inorgánicos, éste proceso ha sufrido una serie de variaciones debido al uso de diferentes ácidos inorgánicos, orgánicos o una mezcla de ambos en distintos porcentajes. En cuanto a los productos pesqueros las dos principales fuentes que se utilizan para la preparación del ensilaje son los desperdicios de la industria pesquera y la morralla o peces que por su tamaño o variedad no son aceptables para el consumo humano.

Tatterson y Windsor (1974) citados por De Pérez y Granados (1986), definen básicamente el ensilado de pescado como "Al producto líquido de partes o del pez entero al cual no se le ha agregado otro material más que ácido y en el cual la liquefacción de la masa de pescado es llevada a cabo por enzimas ya presentes en el pescado". El ensilaje de pescado se prepara dejando actuar las enzimas endógenas de forma que resulte un producto final líquido (Domínguez, 1981).

El principio involucrado en la manufactura de estos ensilajes es tal que las enzimas son dispersadas mediante el molido y mezclado y la acidez es ajustada solo para favorecer la acción de estas enzimas e inhibe la acción bacteriana (Tatterson y Windsor, 1974 citados por De Pérez y Granados, 1986).

Para garantizar la preservación es necesario disminuir el pH lo cual se realiza con ácidos inorgánicos Freeman y Hoogland (1976); Cameron (1962); Alvares (1972); Cervantes y Domínguez (1977) datos inéditos, citados por Domínguez (1981); ácidos orgánicos Wittemore y Taylor (1976); Rattagol et al. (1980) citados por Domínguez (1981) o mediante la adición de una fuente de carbohidratos para favorecer la producción de lactatos; tal es el caso de la miel final o subproductos agrícolas (Tibettes, et al. 1981; Viana y Tejada, 1989 citados por Domínguez, 1981).

Entre los ácidos inorgánicos, solos o en combinación, más empleados se encuentran; clorhídrico, sulfúrico y fosfórico y entre los orgánicos están el fórmico y propionico (Tatterson y Windsor, 1974 citados por De Pérez y Granados, 1986).

El ensilaje ácido se prepara con facilidad en los climas cálidos por un procedimiento muy seguro. Pueden utilizarse todos los tipos de pescado siempre que no se hayan cocinado o desecado antes. El principio es que el ácido que se añade al pescado disminuirá el pH y evitará la putrefacción bacteriana, las enzimas desdobladoras de las proteínas presentes en los músculos y estómago del pescado se llaman catepsinas y sólo son activas en un ambiente ácido. El nivel óptimo de sus actividades es con un pH entre 4 y 5 a una temperatura alrededor de 37°C (Bo Göhl, 1982).

El valor alimentario del ensilaje de pescado depende de la calidad del material utilizado, el cual puede ser reflejado en la composición del producto obtenido. El residuo formado por cabeza, piel, espinas y vísceras tienen una composición química variable que depende, fundamentalmente, de las especies y fracciones utilizadas para la confección del ensilaje, es así que la proteína en base seca puede variar entre 45 y 70% y la grasa entre 2 y 28% (Dominguez, 1981).

Los ácidos minerales tales como ácido clorhídrico y ácido sulfúrico se utilizan cuando se requiere un pH más bajo (aproximadamente 2.0) lo que, según el recipiente que se utilice para la conservación del ensilaje, ocasiona problemas de corrosión y hace esencial la neutralización para el consumo (Amos et al., 1968).

El ensilaje ácido tiene igual composición y contenido de materia seca que el pescado del que procede, pero la digestibilidad de la proteína es mayor, y la asimilabilidad de los aminoácidos es mejor en el ensilaje que en el pescado del que procede (Bo Göhl, 1982).

En cuanto a los principios para la preparación del ensilaje de pescado De Pérez y Granados (1986) señalan que son los mismos que para los otros tipos de ensilaje. El material se almacena herméticamente y se conserva por los ácidos que producen la fermentación anaerobia de carbohidratos, los cuales deben añadirse ya que los productos pesqueros no los contienen. Es importante que el proceso de fermentación inicie rápidamente para que el pescado no se deteriore.

Por otra parte Penedo et al. (1986) recomiendan utilizar una máquina que triture o muele el contenido de la morralla comercial (fauna de acompañamiento del camarón) lo

cual redundaría en forma beneficiosa en el contenido nutritivo y propiedades organolépticas del producto. Si no se realiza el triturado o molido la materia orgánica contenida en estas condiciones no se pone en contacto con la disolución ácida, sufriendo por lo tanto un proceso de putrefacción.

Puede afirmarse que los ensilados de pescado no poseen mayores riesgos de contaminación microbiana que otros alimentos, y que ello dependerá del estado higiénico sanitario de las materias primas empleadas, de la manipulación agregada y de los procesos para su fabricación. La calidad organoléptica de los ensilados se basa en el olor (aroma), el color, la consistencia y eventualmente el sabor. El olor es el indicador primordial de la calidad del ensilado y del pescado fermentado en general. Una parte del aroma surge durante el proceso de fermentación, que según los procesos estarán constituidos por aminas volátiles principalmente trimetilamina y AGV. El pH y la temperatura serán factores condicionantes de la percepción del olor.

2.2. ENSILADOS EN LA ALIMENTACION ANIMAL:

Cervantes (1979) citado por Domínguez (1981) ha realizado experimentos, en los cuales se ha sustituido la harina de pescado por ensilajes en dietas de desperdicios procesados y miel final en la alimentación de cerdos. En un primer experimento se utilizó un ensilaje preparado con ácido sulfúrico al 50% en una proporción de 60 ml/Kg, en éste experimento se observó un empeoramiento en los rasgos de comportamiento de los cerdos debido, quizás, a una disminución del consumo. En un segundo experimento se utilizó una concentración de 10 ml/Kg, en cuyo caso se pudo sustituir hasta el 50% de la harina por ensilaje de pescado sin afectar los rasgos de comportamiento de los cerdos. Un

factor que parece haber influido en la ejecución de ambos experimentos, expone el autor, es la alta acidez del producto, el cual se usó sin ser neutralizado.

Younk y Dunn (1975) realizaron estudios sobre ensilaje de pescado el cual fue preparado triturando el desecho de pescado adicionando 3.5% de ácido fórmico y dejando madurar en un tambor forrado de plástico de 10 a 15 días hasta 21°C. Se le proporcionó ensilaje de pescado o proteína vegetal /urea balanceada, en forma de pellet, a dos grupos de 14 terneros destetados, como principal fuente de proteína dentro del heno, paja y avena majada, la alimentación fue suplida por 110 días, todas las dietas fueron palatables. Después de 110 días los terneros alimentados con ensilajes de pescado tuvieron ganancias por encima del promedio de 40.5 lb más que el grupo de control de 24.5 lb más que el grupo de pellet de proteína. El grupo de ensilaje de pescado tuvo la mejor condición, concluyendo los autores, que el ensilaje de pescado es una buena fuente de proteína para el ganado.

Al estudiar el valor nutritivo del ensilaje de pescado, Plaza y Alvares (1982) obtuvieron valores de materia seca de 26.07%, proteína bruta de 51.06%, energía metabolizable 2.7 Mcal/Kg y pH de 3.5.

Whittemore y Taylor (1976), realizaron ensilaje de arenque sin aceite; preparándolo en trozos de desecho conteniendo ácido fórmico (35 Kg/ton). La digestibilidad de tres grupos de ensilado de arenque sin aceite fueron comparado con la de harina de pescado blanco y harina barley con cerdos castrados de por lo menos 45.2 Kg de peso. La energía digerible del ensilaje de arenque sin aceite fue de 17.9 Mj/Kg y el contenido de N digerible de 119 gr/Kg MS lo que hace concluir a los autores, que el ensilaje de arenque sin aceite puede ser usado como un

recurso de proteína y energía para el crecimiento de cerdos hasta arriba del 25% en la dieta.

En otros estudios realizados por Guerrero et al. (1985) sobre microensilajes elaborados a partir de subproductos de la fauna de acompañamiento del camarón empleando una concentración mínima de 2.5% (v/p) de ácido fórmico, se obtuvieron valores proximales de 28.48% de MS, 65.46% de PB, 0.036% de FB, 11.52% de cenizas, 7.88% de Ca, 5.04% de P, 9.97% de EE y un pH de 4.2.

Por otro lado, Penedo et al. (1986) realizaron ensilaje de pescado utilizando como materia prima (MP): morralla comercial, boqueron (Centegraulis edentulus) y residuos de tilapia (Oriochromis aureus). La MP en todos los casos, 10 Kg del producto, fue tratada con distintas proporciones de ácido sulfúrico (H_2SO_4) comercial; 35, 40 y 50 ml/Kg/MP. Los resultados de MS y PB que obtuvieron estos autores se presentan en el Cuadro 2A.

El comportamiento del pH fue bajo al adicionar H_2SO_4 con independencia de la proporción y la materia prima, pero fue aumentando en la medida que transcurría el tiempo después de adicionado el mismo (Cuadro 3A).

Los autores concluyeron que se puede utilizar la proporción de 35 ml de ácido/Kg/MP cuando el ensilaje se utilice a las 72 hr de iniciada su producción, pero si se va almacenar por más tiempo, deben emplearse otras de las variantes estudiadas. Con la proporción de 40 ml/Kg/MP el ensilaje puede almacenarse por espacio de 15 días, y si se emplea 50 ml/Kg/MP, el producto puede almacenarse por espacio de un mes y aún más tiempo.

De Pérez y Granados (1986) realizaron ensilajes acidificados (con ácido clorhídrico) y fermentados (lácticamente con la adición de melaza) evaluándolos en la alimentación de pollos cuantitativamente (ganancia de peso) y cualitativamente (calidad sensorial y composición química de la carne). En cuanto al ensilaje acidificado, el pescado molido presecado fue mezclado con 15% de HCl al 32% (en base al peso de la pulpa) en recipientes plásticos y dejado en digestión por 72 hr (pH 1.5 - 2.0) antes de neutralizarse con NaOH (a pH 4.0 - 4.5) para su uso. Estos ensilajes fueron almacenados en cajas plásticas a temperatura ambiente durante 2 meses sin experimentar deterioro. Los resultados obtenidos fueron de que tanto por ganancia de peso (engorde) como por la calidad sensorial de la carne, los ensilajes de pescado aparentan ser factibles de utilizarse como fuente proteica en la alimentación animal.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACION DEL EXPERIMENTO.

El trabajo experimental se llevó a efecto en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en el Kilómetro 12 1/2, carretera norte, Managua.

3.2. MATERIAL ENSILADO Y DESCRIPCION DE LOS MICROSILOS.

Para llevar a efecto el experimento se utilizó 40 Kg de subproducto del camarón obtenidos de la Empresa de Alimentos Interamericanos S.A. (ALINSA) ubicada en el puerto de Corinto - Chinandega.

Se utilizaron 20 microsilos de material PVC presentando en la parte superior una válvula de escape que permite crear las condiciones de vacío en los microsilos, con capacidad de 2 Kg cada uno.

Se utilizó este tipo de microsilos para evitar problemas de corrosión que pueda ser causado por la adición del ácido inorgánico que se utilizó como preservante.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completo al Azar con arreglo unifactorial, los tratamientos estudiados fueron niveles de inclusión de 5%, 10% volumen/peso (v/p) de ácido sulfúrico al 37% evaluándolos a cinco diferentes períodos (7, 15, 30, 45 y 60 días respectivamente), estableciéndose de la siguiente forma:

| No. Microsilos | Tratamiento | Periodo de observación (Días) | | | | |
|----------------|--|----------------------------------|----|----|----|----|
| 10 | T ₁ (5% H ₂ SO ₄) | 7 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| 10 | T ₂ (10% H ₂ SO ₄) | 7 | 15 | 30 | 45 | 60 |

3.4. PROCEDIMIENTO.

El proceso de conservación consistió en triturar el material (subproducto del camarón) en un molino de banda logrando que alcanzara una longitud aproximada de 1 cm. Primeramente se tomó una muestra de 300 gr del material sin ensilar para realizarle análisis bromatológico. Seguidamente se vertió un litro de ácido sulfúrico a 20 Kg de subproducto del camarón, proporcionando con ello un 5% de H₂SO₄ al material denominándose éste como tratamiento T₁. De igual forma se vertieron dos litros de ácido sulfúrico en los restantes 20 Kg de subproducto del camarón garantizando un 10% de H₂SO₄ en el material el cual se determinó como tratamiento T₂. Inmediatamente se prosiguió a remover el material acidificado en cada tratamiento, de manera que se garantizara una completa homogenización, una vez finalizada la mezcla, se introdujo el material en cada microsilos. Posteriormente a los 7, 15, 30, 45 y 60 días de conservación, se extrajeron de cada microsilos muestras de ensilaje de aproximadamente 300 gr para realizarles análisis bromatológico determinando los siguientes parámetros: Materia Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Extracto Etereo (EE), Cenizas y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) según metodología A.O.A.C. (1984). El pH fue inicialmente medido con papel tornasol, luego se hizo con potenciómetro con electrodo de vidrio dada la necesidad en su precisión. Los ácidos grasos volátiles (ácido láctico, ácido acético y ácido butírico) fueron determinados por el método de Baule y Weissbach (1963).

3.5. ANALISIS ESTADISTICOS.

Se realizó análisis de varianza bajo un Diseño Completo Aleatorio evaluando así el efecto de los tratamientos (T1, T2) sobre las variables MS y PB en los diversos periodos de tiempo establecidos.

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) empleado fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Cualquier observación (la j -ésima observación afectada por el i -ésimo tratamiento).

μ : Media general.

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} : Error experimental con media 0 y varianza σ^2 .

i : 1, 2 tratamiento.

j : 1, 2 observaciones.

3.6. ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico se realizó a través de un procedimiento matemático simple basándose en los costos de los materiales incluidos en cada tratamiento

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. COMPOSICION BROMATOLOGICA DEL SUBPRODUCTO DEL CAMARON:

La composición bromatológica del subproducto del camarón que se determinó antes de ensilar se refleja en el Cuadro 1, correspondiendo para MS 21.32%, PB 50.13%, FB 10.15% , Cenizas 21.69%, EE 9.63% y ELN 8.35%.

Londoño y Massarelli (1990) al realizar estudios sobre desechos de camarón reportan valores de MS similares a los nuestros, sin embargo, los contenidos de PB reportada por dichos autores resultó ser inferior y los contenidos de Cenizas y FB superiores a nuestros resultados (Cuadro 1A).

Bo Göhl (1982) al evaluar el contenido bromatológico de harina de cabezas y escamas de camarones obtuvo 89.80% MS y 18.30% de FB superiores y 48.90% de PB inferiores a los obtenidos en el presente estudio. El mismo autor en análisis realizados en langostas enteras crudas reporta 29.40% MS y 63.50% PB superiores y 13.50% FB y 8.70% de cenizas inferiores a los resultados del presente trabajo, y en los resultados de langostas enteras secas obtuvieron 89.50% de MS, 51.60% de PB y 14.00% de FB superiores a los reportados en el presente trabajo.

Por otro lado, Blandino y Targhini (1990) en análisis bromatológicos de conchas de camarones reportan valores de 81.11% de MS superiores y 37.76% de proteína inferior a los resultados encontrados en el presente experimento.

La variación que se presenta en los contenidos bromatológicos de los diferentes subproductos marinos se debe al tipo de especie, época de captura, desove, o al proceso al que fueron sometidos, lo cual es corroborado por Areche et al., (1992).

Cuadro 1. Composición bromatológica del subproducto del Camarón (%).

| COMPONENTES | CONTENIDO |
|-----------------------------|-----------|
| Materia Seca | 21.32 |
| Proteína Bruta | 50.13 |
| Fibra Bruta | 10.15 |
| Cenizas | 21.69 |
| Extracto Etéreo | 9.63 |
| Extracto Libre de Nitrógeno | 8.35 |

4.2. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL ENSILAJE DEL SUBPRODUCTO DEL CAMARÓN

En el cuadro 2 se presenta la composición bromatológica obtenida en los diferentes ensilajes correspondientes a los tratamientos T1 y T2.

En el tratamiento T1 se obtuvieron porcentajes de MS que oscilaron dentro de un rango de 24.65% a 29.50%.

Qadri y Fátima (1986) al emplear 5% de ácido sulfúrico en ensilaje de pescado encontraron porcentajes de 26.00% de MS semejantes a los resultados del presente experimento. Los mismos autores al utilizar 3.5% de ácido fórmico en ensilaje de pescado reportan contenido de MS de 26.90% similares a los encontrados en el presente estudio.

Así mismo Guerrero et al. (1985), utilizaron 2.5% de ácido fórmico obteniendo 28.48% de MS semejante a los encontrados en este tratamiento.

Por otra parte Alvares (1972), Cervantes (1979), Whittemore y Taylor (1976), Meinke (1974) citados por Domínguez (1981) reportan contenidos de materia seca similares a los nuestros al utilizar carbohidratos en ensilaje de pescado. En cambio Plaza y Alvares (1982), Bo Göhl (1982), Alvares et al. (1985) obtuvieron porcentajes de MS superiores a los encontrados en el T₁ (Cuadro 2A).

En cuanto al contenido proteico del T1 se obtuvieron cifras que oscilaron entre un rango de 44.90 a 50.20%.

Penedo et al. (1986) obtuvieron 63.67%, 63.20% y 70.20% de PB al utilizar 3.5%, 4% y 5% de ácido sulfúrico respectivamente resultando ser superiores a los nuestros. De igual manera Qadri y Fátima (1986) reportaron valores de

proteína superiores a los del T1 al utilizar en ensilaje de pescado el 5% de H_2SO_4 obteniendo 66.00% - 70.50% de proteína.

Los contenidos de PB reportados por Guerrero *et al.* (1985) resultaron ser superiores a los obtenidos en este tratamiento al utilizar ácido fórmico (2.5%) siendo de 65.46% de PB.

Los contenidos de Fibra Bruta (FB) en los ensilajes de éste tratamiento oscilaron entre un rango de 8.40% a 11.62%, Extracto Etereo (EE) de 8.25% a 14.11%, Cenizas de 22.20% a 24.06% y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) de 1.42% a 14.51%.

En cuanto al tratamiento T₂ cabe señalar que no se dispuso de literatura en la que se citaran ensayos sobre ensilajes de pescado utilizando 10% de H_2SO_4 .

Los valores de MS en éste tratamiento oscilaron entre 27.90 a 33.15%.

Guerrero *et al.* (1985) reportan valores de 28.48 por ciento de MS al utilizar ácido fórmico (2.5%) el cual es igual al observado en el tercer período del T2. Qadri y Fátima (1986) obtuvieron similares contenidos de MS al utilizar 3.5% de ácido fórmico con porcentaje de 26.90%. Similares valores obtuvieron Meinke (1974), Whittemore y Taylor (1976), Cervantes (1979) citados por Domínguez (1981), Plaza y Alvares (1982) al utilizar carbohidratos en ensilaje de pescado. Lo contrario experimentaron Alvares (1972) citado por Domínguez (1981), Bo Göhl (1982) y Alvares *et al.* (1985) quienes obtuvieron contenidos de materia seca superiores a nuestros resultados (Cuadro 2A).

Los contenidos de PB obtenidos en el T₂ fueron de 40.70% a 42.90% los cuales son inferiores a los reportados por Guerrero et al. (1985) que obtuvieron 65.46% de proteína al utilizar ácido fórmico.

Los resultados de ensilajes de pescado utilizando carbohidratos reportados por Alvares (1972), Meinke (1974), Cervantes (1979), Whittemore y Taylor (1976) citados por Dominguez (1981), y Bo Gölh (1982) resultaron ser inferiores a los porcentajes de PB obtenidos en el T₂. Lo contrario experimentaron Plaza y Alvares (1982), Alvares et al. (1985) que al utilizar carbohidratos en ensilaje de pescado obtuvieron porcentajes de 51.06% y 57.70% respectivamente.

Los porcentajes obtenidos en éste tratamiento de FB fueron de 8.21% a 9.24%, E.E. de 6.05% a 13.65% Cenizas de 21.59% a 22.70% y ELN de 13.22% a 20.81%.

Con el Tratamiento T₁ (5% H₂SO₄) la degradación de la proteína fue menor lo que permitió una mejor conservación de la proteína en el ensilaje. Con el 10% de H₂SO₄ (T₂) ésta degradación de la proteína fue mayor, la proteína experimentó un drástico descenso en los primeros periodos, la cual pudo haber pasado a otras de sus formas (nitratos, nitritos, amoníaco) que no son determinados por el método de Kjeldahl, sino por otros métodos como espectrofotometría (Mendieta, comunicación personal) de manera que a partir de los 30 días de conservación los tenores de proteína tienden a ser constantes, lo que hace indicar que la acción degradativa del ácido sulfúrico sobre el nitrógeno orgánico del material ensilado ha cesado.

Tatterson y Windsor (1974) al realizar ensilaje de pescado utilizando ácido fórmico afirman que durante el almacenamiento del ensilaje la proteína es separada por las

enzimas y el nitrógeno en el ensilaje se hace más soluble. Los autores afirman que el nitrógeno soluble en el ensilaje fresco aumenta de 10 a 20% durante los primeros días después de la preparación de las muestras almacenadas a 23°C., aumenta muy marcadamente cerca de 75% después de 10 días y de 80 a 85% después de 30 días y después de 50 días hay un incremento desatendible en la proporción de nitrógeno soluble.

Los mismos autores señalan que estudios de los cambios en nitrógeno soluble indican un rápido rompimiento de la proteína a peptidos y aminoácidos libres de bajo peso molecular corroborado por Wood et al. (1980) citados por Qadri y Fatima (1986) los cuales señalan que la adición de ácido al pescado no sólo previene el crecimiento de bacterias patógenas y de la putrefacción, sino también provee un medio bajo el cual las enzimas endógenas autolizan las proteínas a peptidos de cadenas cortas y aminoácidos.

No es posible, sin embargo, señalan Tatterson y Windsor (1974) obtener firmes conclusiones acerca de los cambios nutricionales durante este proceso de solubilización del nitrógeno en el ensilaje, ya que no hay evidencia que la proteína hidrolisada es más o menos valiosa nutricionalmente que la proteína en su forma normal.

La Fibra Bruta (FB) tendió a disminuir en los ensilajes con respecto a los contenidos iniciales. Es probable que gran parte de los carbohidratos estructurales expresados como Fibra Bruta fueron degradados a carbohidratos solubles los cuales llegaron a formar parte del Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) lo que explica los incrementos obtenidos en éste componente.

Los valores de Cenizas obtenidos en cada tratamiento no tuvieron una amplia variación tanto para el T₁ como para el T₂ y con respecto al subproducto no ensilado se puede afirmar que conservó casi la misma cantidad de Cenizas.

Cuadro 2. Composición bromatológica del ensilaje del subproducto del camarón en base a MS (%).

| Niveles de inclusión de los ácidos en estudio | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|--------|-------|---|-------|------|-------|--------|-------|
| T ₁ (5% H ₂ SO ₄) | | | | | | | T ₂ (10% H ₂ SO ₄) | | | | | |
| Días | MS. | PB | FB | EE | Ceniza | ELN | MS | PB | FB | EE | Ceniza | ELN |
| 7 | 24.65 | 50.20 | 10.21 | 14.11 | 24.06 | 1.42 | 27.90 | 42.90 | 8.21 | 13.65 | 22.02 | 13.22 |
| 15 | 29.50 | 45.09 | 11.62 | 13.80 | 23.90 | 5.59 | 31.33 | 40.70 | 9.24 | 10.82 | 21.64 | 17.60 |
| 30 | 27.33 | 47.30 | 8.80 | 8.90 | 22.96 | 12.04 | 28.49 | 41.28 | 8.62 | 8.95 | 21.59 | 19.56 |
| 45 | 28.30 | 44.90 | 9.40 | 13.95 | 23.40 | 8.35 | 33.15 | 41.50 | 8.55 | 10.65 | 22.70 | 16.60 |
| 60 | 26.90 | 46.64 | 8.40 | 8.25 | 22.20 | 14.51 | 30.05 | 41.80 | 8.94 | 6.05 | 22.40 | 20.81 |

4.3. CARACTERISTICAS FERMENTATIVAS DE LOS ENSILAJES

4.3.1. Acido láctico.

Los contenidos de ácido láctico para los tratamientos T₁ y T₂ obtenidos en cada período de observación se muestran en el Cuadro 3.

En el primer y segundo período (7 y 15 días) en los tratamientos T₁ y T₂ los contenidos de ácido láctico fueron elevados correspondiendo al T₁ 0.77 - 0.73 y al T₂ 0.68 - 0.51 respectivamente, posteriormente se registró un descenso de éste ácido en un 48% y 42% para el T₁ y en un 47% y 65% para el T₂ a los 30 y 45 días respectivamente.

Este descenso del ácido láctico en ambos tratamientos puede atribuirse a la disminución de la actividad enzimática provocada por el descenso del pH que se presentó en estos períodos, siendo los valores de pH para el T₁ de 3.5 a 3.3 y para el T₂ de 1.5 a 1.3.

Al final del ensayo la acción enzimática se ve favorecida por el incremento del pH y los contenidos de ácido láctico tienden a aumentar y a mostrar valores similares a los obtenidos en los primeros 15 días.

Bo Göhl (1982) respalda nuestras aseveraciones al citar que el nivel óptimo de la actividad de las enzimas endógenas del pescado es con un pH entre 4 y 5, lo cual también es corroborado por Machin *et al.*, (1982), Treviño *et al.*, (1982), Reece, (1980).

En la Figura 1 se muestra el comportamiento del ácido láctico a lo largo del período de conservación para cada tratamiento, observándose que el T₁ presenta los mayores

contenidos de ácido láctico. Como se puede observar en la Figura 5, el patrón de fermentación láctica en los tratamientos fue predominante sobre los ácidos acético y ácido butírico durante todo el ensayo, la adición de ácido inorgánico genera un descenso en el pH previniendo el deterioro del material y con ello la predominancia del ácido láctico se hace favorable.

4.3.2. Acido acético

En el presente estudio y en relación al ácido acético los resultados estuvieron influenciados por el descenso del pH producto de la adición de ácidos inorgánicos lo que previene el crecimiento del deterioro proteolítico y de organismos patógenos Plaza y Alvares (1982). Favoreciendo el rompimiento enzimático del material proteico y se previene la degradación por bacterias (Treviño *et al.*, 1982).

Los contenidos de ácido acético fueron inferiores a los del ácido láctico en cada tratamiento (Cuadro 3), sin embargo, se observa que los valores de ácido acético para el tratamiento T_2 en el cuarto período (45 días) alcanza parámetros muy similares a los del ácido láctico como se puede apreciar en la Figura 4. Esto puede deberse a la disminución del pH, no obstante la fermentación láctica predominó sobre la fermentación acética.

4.3.3. Acido butírico

El ácido butírico sostuvo pequeñas variaciones en sus valores siendo los más altos de 0.07 y 0.05 obtenidos en los ensilajes del T_1 a los 7 y 60 días respectivamente, no siendo los contenidos de importancia puesto que no afectó de forma negativa sobre el ensilaje.

En el T2 los contenidos de ácido butírico no llegaron a sobrepasar la cantidad de 0.03, correspondiendo para el último período (60 días) el valor de 0.01. Estos bajos contenidos de ácido butírico, son debido a la acidez que se presenta en los ensilajes, inhibe, según Hughes *et al.* (1966), el nuevo desarrollo de bacterias y la acción enzimática y conserva el ensilaje. La producción de ácido butírico esta asociado a la acción de las bacterias del género Clostridium, utilizan como sustrato los fermentos lácticos y en algunas ocasiones hay especies que actúan directamente sobre los carbohidratos solubles. Sin embargo su acción más perjudicial la ejercen sobre las proteínas destruyendo los aminoácidos con pérdida de los grupos aminos (NH) llegando inclusive a descarboxilarlas.

Estas bacterias se ven favorecidas con pH por encima de 4.5 y por el exceso de humedad del material ensilado. El exceso de ácido butírico deteriora el ensilaje y le da un olor a putrefacción que afecta la palatabilidad del mismo (López y Wernli, 1984).

4.3.4. Contenido de ácidos grasos volátiles de la MS

En el Cuadro 4 se presentan los contenidos de A.G.V. de la materia seca obtenidos en los diferentes períodos de observación de cada tratamientos.

En el experimento los valores de ácido láctico variaron en relación a los tratamientos incluidos en los ensilajes desde 0.72 a 3.13% de la MS, los mayores valores los presentó el T1 cuyos valores presentan rangos entre 1.46 a 3.13% de la MS, y para el T₂ los valores oscilaron entre 0.72 a 2.43% de la MS.

Como se puede apreciar el mayor porcentaje de ácido láctico de la MS se obtuvo del tratamiento T₁ tanto para los 7 como para los 60 días.

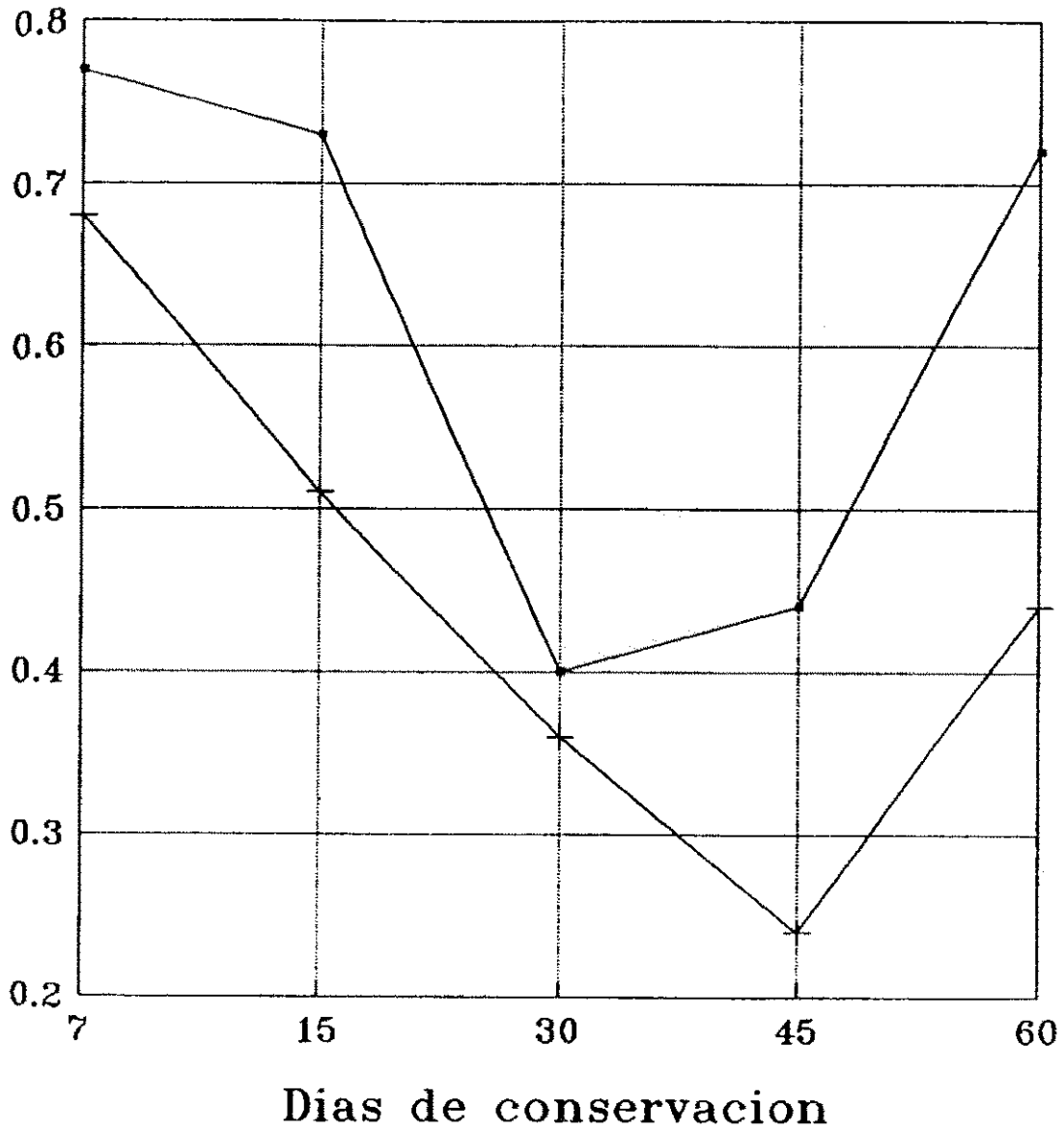
El comportamiento de los ácidos grasos volátiles (ácido láctico, ácido acético y ácido butírico) en cada tratamiento, durante el período de conservación se muestran en las Figuras 3 y 4.

Cuadro 3. Porcentajes de ácidos grasos volátiles (ác. láctico, ác. acético, ác. butírico) en los ensilados de los tratamientos T₁ y T₂.

| T ₁ (5% H ₂ SO ₄) | | | | T ₂ (10% H ₂ SO ₄) | | |
|--|-------------|-------------|--------------|--|-------------|--------------|
| Días | ác. láctico | ác. acético | ác. butírico | ác. láctico | ác. acético | ác. butírico |
| 7 | 0.77 | 0.21 | 0.07 | 0.68 | 0.30 | 0.03 |
| 15 | 0.73 | 0.37 | 0.035 | 0.51 | 0.26 | 0.02 |
| 30 | 0.40 | 0.22 | 0.001 | 0.36 | 0.19 | 0.03 |
| 45 | 0.44 | 0.19 | 0.013 | 0.24 | 0.21 | 0.03 |
| 60 | 0.72 | 0.34 | 0.05 | 0.44 | 0.26 | 0.01 |

Cuadro 4. Contenido porcentual de los ácidos grasos volátiles de la materia seca.

| A.G.V. | Días | T1(5% H ₂ SO ₄) | T2(10% H ₂ SO ₄) |
|----------------|------|--|---|
| Acido Láctico | 7 | 3.13 | 2.43 |
| | 15 | 2.47 | 1.63 |
| | 30 | 1.46 | 1.26 |
| | 45 | 1.55 | 0.72 |
| | 60 | 2.67 | 1.46 |
| Acido Acético | 7 | 0.85 | 1.07 |
| | 15 | 1.25 | 0.83 |
| | 30 | 0.80 | 0.66 |
| | 45 | 0.63 | 0.63 |
| | 60 | 1.30 | 0.86 |
| Acido Butírico | 7 | 0.28 | 0.10 |
| | 15 | 0.12 | 0.07 |
| | 30 | 0.003 | 0.10 |
| | 45 | 0.04 | 0.09 |
| | 60 | 0.18 | 0.33 |



—•— T₁ —+— T₂

1. Comportamiento del ác. láctico en el T₁ y T₂ durante el período de conservación.

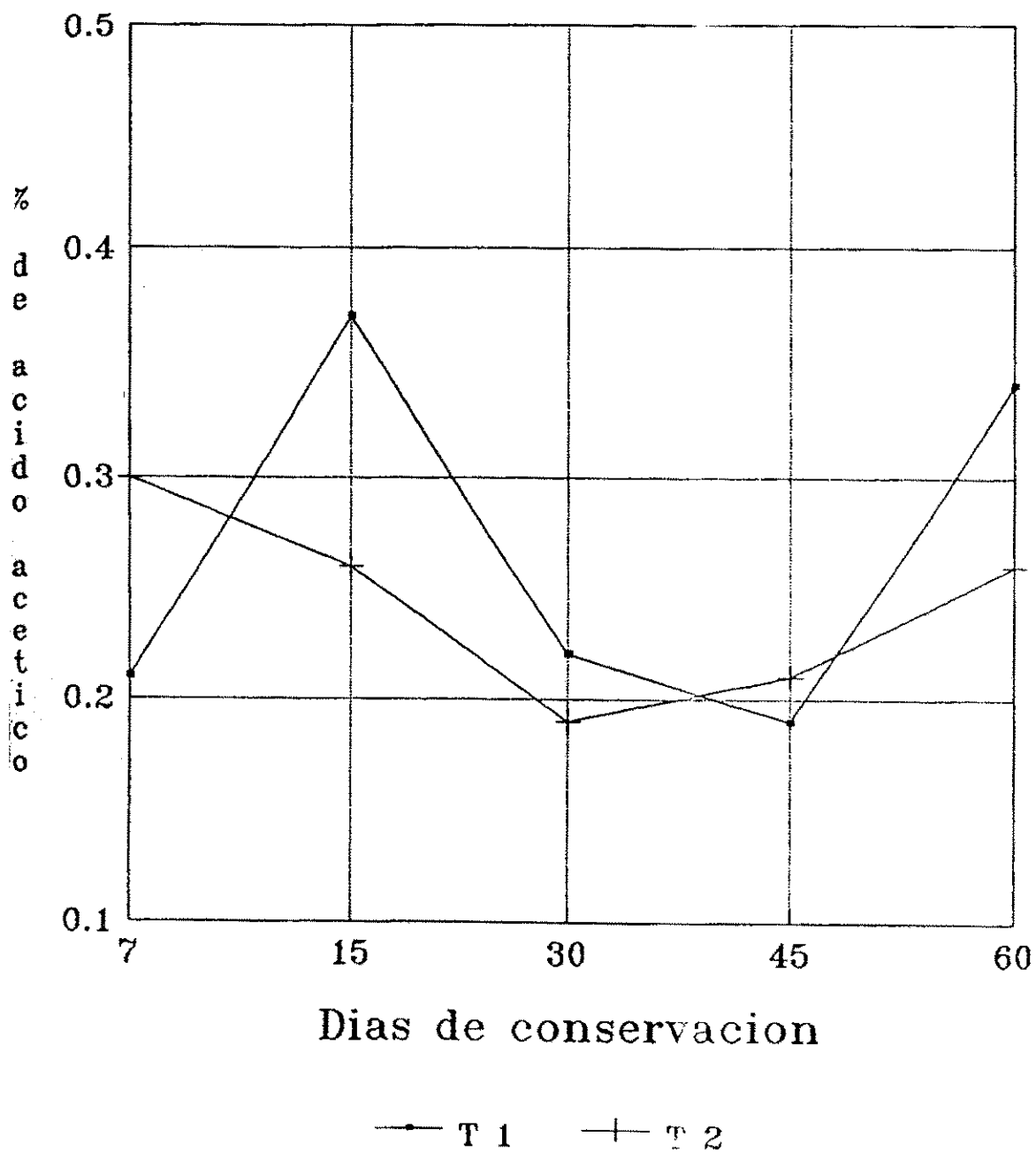
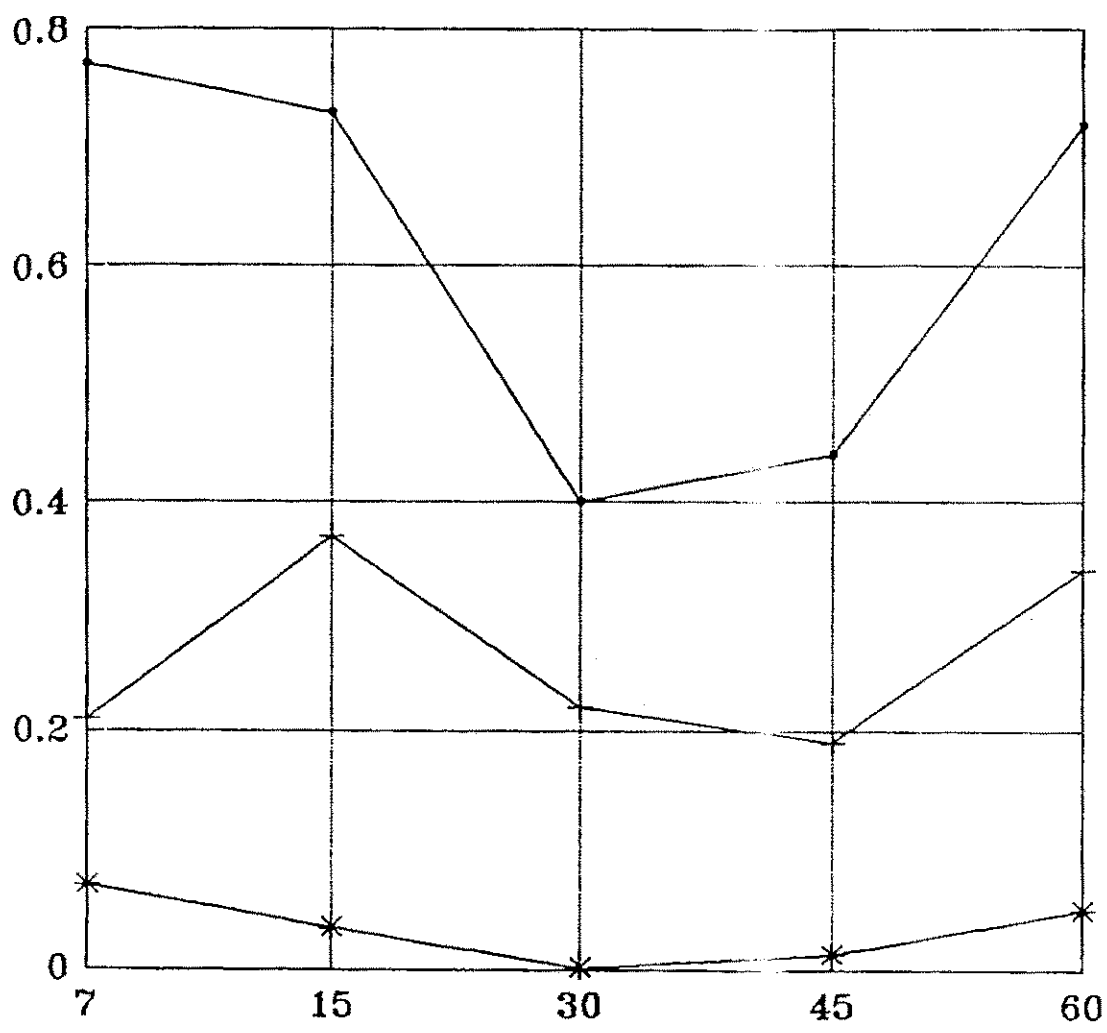


Figura 2. Comportamiento del ác. acético en el T₁ y T₂ durante el período de conservación.



Días de conservacion

- Acido lactico
- +— Acido acético
- *— Acido butírico

3. Comportamiento de los AGV en el tratamiento T₁
 (% H₂SO₄).

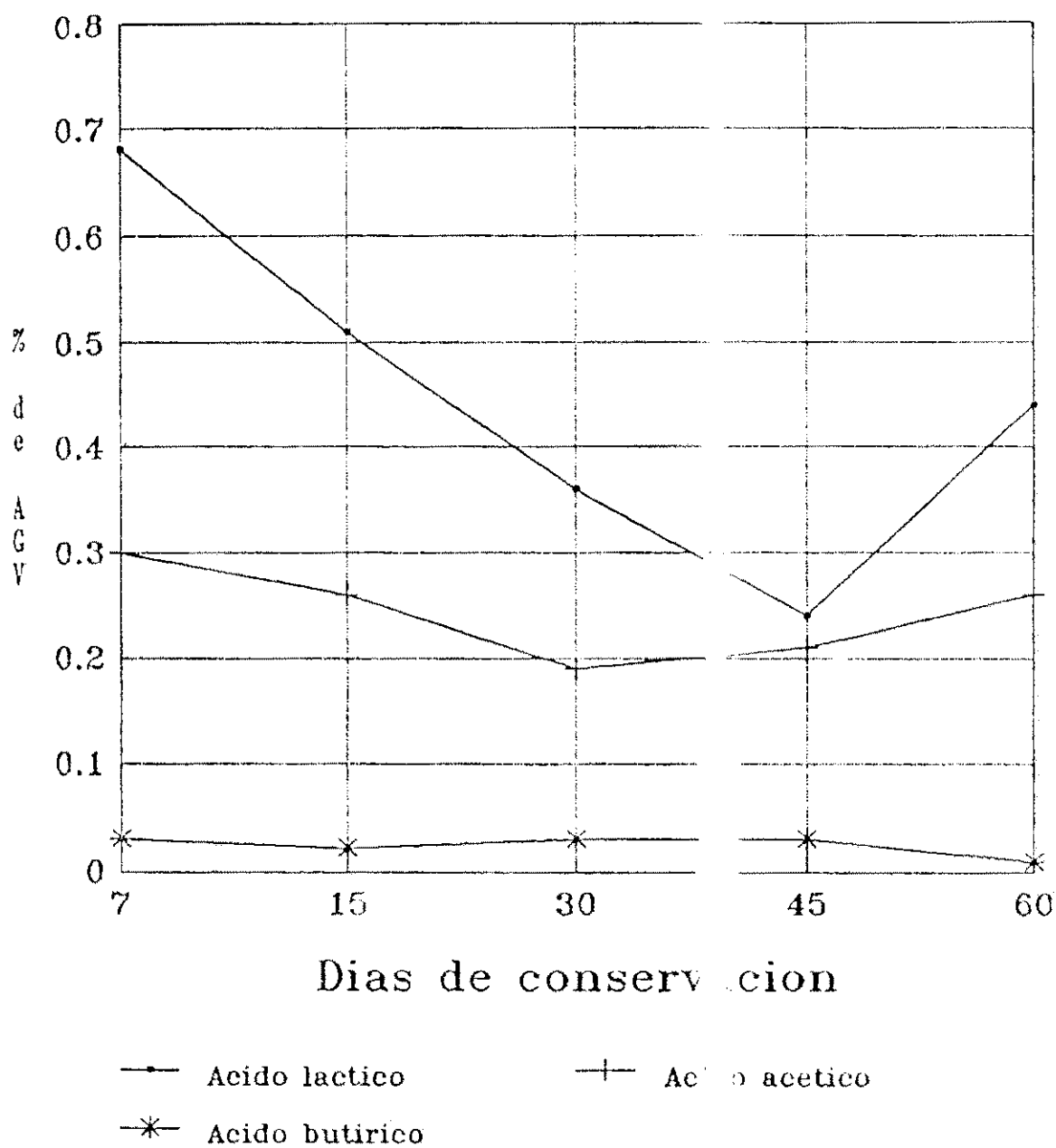


Figura 4. Comportamiento de los AGV en el tratamiento T₂ (10% H₂SO₄).

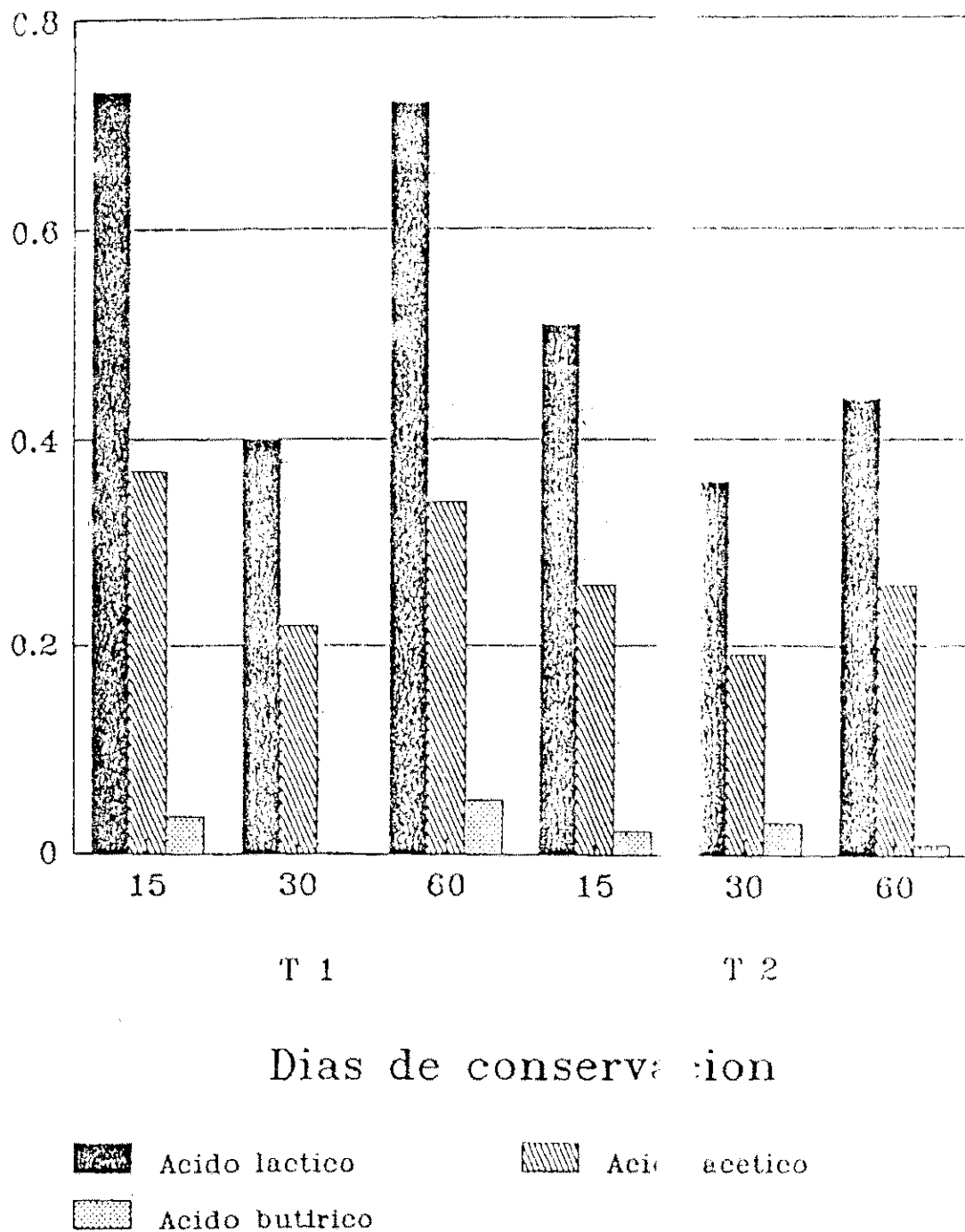


Figura 5. Representación gráfica del comportamiento de los AGV en los tratamientos T_1 y T_2 .

4.4. pH

Las variaciones del pH ocurridas durante el proceso del ensilaje para los tratamientos T1 y T2 aparecen reflejados en el Cuadro 5.

En el T₁ los valores de pH fueron determinados por papel tornasol y reflejan el comportamiento de acidificación obtenido. Así pues de un valor inicial de 5.0 el pH comenzó a descender hasta los 45 días en que se detectó su menor valor de 3.3 incrementándose posteriormente al final del ensayo (60 días) a 4.0.

El bajo nivel de inclusión de ácido sulfúrico (5%) permitió que los valores de pH oscilaran entre un rango de 3.3 a 5.0 reportándose un pH de 5.0, 4.0 y 4.0 a los 7, 15 y 60 días respectivamente, el cual según Bo Göhl (1982) es el nivel óptimo para la actividad de las enzimas endógenas del pescado que terminan licuando. Al mismo, esto se refleja en los altos contenidos de ácido láctico que se obtuvieron con estos pH (Cuadro 3).

Penedo *et al.* (1986) al aplicar el 5% de H₂SO₄ en ensilaje de pescado utilizando como materia prima mazorca comercial reportan valores de pH de 1.4 - 2.04 inferiores a nuestros resultados lo que es debido al elemento que utilizamos (papel tornasol) para la medición del pH, lo cual pudo influir en una no correcta determinación. Estos mismos autores al utilizar 3.5 y 4.0% de H₂SO₄ obtuvieron pH de 3.54 y 3.10 respectivamente siendo similares a los valores de pH del T1 determinados a los 30 y 45 días de conservación.

De igual forma Qadri y Fatima (1980) realizaron ensilajes de pescado (principalmente sardinas) utilizando 5% de ácido sulfúrico como preservante, obteniendo un pH de 2.6 el cual es comparativamente inferior a nuestros resultados de pH, sin embargo, los mismos autores al emplear 3.5% de ácido fórmico en el ensilaje reportaron un pH de 3.5 y 4.0 los cuales son iguales a los determinados a los 30 y 60 días del T₁.

Por otra parte Guerrero et al. (1985) utilizaron 2.5% de ácido fórmico en ensilaje de pescado (morralla) obteniendo un pH de 4.2 siendo similar al pH reportado a los 15 y 60 días en el ensilaje del T₁.

En cuanto al T₂ no se pudieron establecer comparaciones con ensilajes de pescado que hayan utilizado igual nivel de inclusión que el establecido en este tratamiento (10% H₂SO₄) por no disponer de información. No obstante, se debe indicar que se encontraron similares rangos de pH en los experimentos realizados por Penedo et al. (1986) (Cuadro 5). Nuestros valores de pH fueron determinados con potenciómetro, oscilando entre un rango de 1.0 a 1.6, estos bajos pH es consecuencia del alto nivel de inclusión de ácido sulfúrico, lo cual no resultó ser la más óptima para la actividad de las enzimas endógenas del material ensilado, reflejándose en los bajos contenidos de ácido láctico.

Los valores de pH reportados en los ensilajes del tratamiento T₂ concuerdan con los planteados por Amos et al. (1968) quienes afirman que al utilizar ácidos inorgánicos (ácido sulfúrico y ácido clorhídrico) se obtienen valores de pH bien bajos, aproximadamente 2.0.

Cuadro 5. Valores de pH obtenidos en los ensilajes de los tratamientos T₁ y T₂

| TRATAMIENTOS | D I A S | | | | |
|--|---------|-----|-----|-----|-----|
| | 7 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| T ₁ (5% H ₂ SO ₄) | 5 | 4 | 3.5 | 3.3 | 4 |
| T ₂ (10% H ₂ SO ₄) | 1 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 1.5 |

4.5. ANALISIS ESTADISTICOS

Los análisis de varianza efectuados se hicieron en base a los datos obtenidos a los 7, 45 y 60 días de observación de cada tratamiento como se puede apreciar en el Cuadro 6.

A los 15 y 30 días parte del material ensilado se deterioró producto de la penetración de aire en los microsilos, no pudiéndose realizar ANDEVA para éstos periodos debido a que los datos de MS y PB eran incompletos.

Cuadro 6. Valores promedios de las variable MS y PB obtenidos a los 7, 45 y 60 días de conservación.

| Tratamiento | Tiempo | No.Obs. | Variable | No. | Media |
|------------------------------------|--------|---------|----------|-----|-------|
| 5% H ₂ SO ₄ | 7 | 2 | MS | 2 | 24.65 |
| | | | PB | 2 | 50.20 |
| | 45 | 2 | MS | 2 | 28.30 |
| | | | PB | 2 | 44.90 |
| | 60 | 2 | MS | 2 | 26.90 |
| | | | PB | 2 | 46.64 |
| 10% H ₂ SO ₄ | 7 | 2 | MS | 2 | 27.90 |
| | | | PB | 2 | 42.90 |
| | 45 | 2 | MS | 2 | 33.15 |
| | | | PB | 2 | 41.50 |
| | 60 | 2 | MS | 2 | 30.05 |
| | | | PB | 2 | 41.80 |

El análisis de varianza realizado para evaluar el efecto de los tratamientos T₁ (5% H₂SO₄) y T₂ (10% H₂SO₄) sobre el comportamiento de la Materia Seca (MS) correspondiente a los 7 días de ensilado el material demostró que no existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos para esta variable (Cuadro 7).

Sin embargo refleja diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos para la variable PB (Cuadro 8), en donde el T₁ presentó la mayor media con 50.20%.

Cuadro 7. Análisis de Varianza para la variable MS a los 7 días de iniciado el ensilado para los tratamientos aplicados.

| FV | gl | SC | CM | Fc | |
|-------------|----|--------|--------|------|----|
| Tratamiento | 1 | 10.562 | 10.562 | 1.25 | NS |
| Error | 2 | 16.865 | 8.432 | | |
| Total | 3 | 27.427 | | | |

Coefficiente de Variación = 11.05

NS = No significativo

Cuadro 8. Análisis de Varianza para la variable PB a los 7 días de iniciado el ensilado, para los tratamientos aplicados.

| FV | gl | SC | CM | Fc | |
|-------------|----|--------|--------|-------|---|
| Tratamiento | 1 | 53.290 | 53.290 | 19.91 | * |
| Error | 2 | 5.354 | 2.677 | | |
| Total | 3 | 58.644 | | | |

Coefficiente de Variación = 3.515

* ($P \leq 0.05$) = Significativo con $\alpha=0.05$

El análisis de varianza para evaluar el efecto de los tratamientos a los 45 días sobre el comportamiento de la MS y PB de los ensilados mostró que no existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos para MS (Cuadro 9) y para PB (Cuadro 10). El valor promedio de la MS del T₂ fue mayor que el T₁, mientras para PB el T₁ fue el que presentó la mejor media de 44.90% ubicándose en primer orden con respecto al T₂.

Cuadro 9. Análisis de Varianza para la variable MS a los 45 días de conservación para T₁ y T₂.

| FV | gl | SC | CM | Fc |
|-------------|----|--------|--------|----------|
| Tratamiento | 1 | 23.522 | 23.522 | 14.96 NS |
| Error | 2 | 3.145 | 1.572 | |
| Total | 3 | 26.667 | | |

Coefficiente de Variación = 4.081

NS = No significativo.

Cuadro 10. Análisis de Varianza para la variable PB a los 45 días de conservación para T₁ y T₂.

| FV | gl | SC | CM | Fc |
|-------------|----|--------|--------|---------|
| Tratamiento | 1 | 11.560 | 11.560 | 1.47 NS |
| Error | 2 | 15.680 | 7.840 | |
| Total | 3 | 27.240 | | |

Coefficiente de Variación = 6.481

NS = No significativo

El análisis de varianza para evaluar el efecto de los tratamientos sobre el comportamiento de la MS y PB al final del ensayo (60 días) denota que existen diferencias significativas entre los tratamientos para MS (Cuadro 11) y PB (Cuadro 12). Al evaluar la MS se ubicó en primer orden al T₂ con 30.05%, en cambio para la variable PB correspondió al T₁ la mayor media con 46.64%.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para la variable MS a los 60 días (final del ensayo) correspondiente a los tratamientos T₁ y T₂

| FV | gl | SC | CM | Fc |
|-------------|----|--------|--------|----------|
| Tratamiento | 1 | 9.9229 | 9.9229 | 793.80 * |
| Error | 2 | 0.025 | 0.012 | |
| Total | 3 | 9.947 | | |

Coefficiente de Variación = 0.392

* (P ≤ 0.05) = Significativo con α=0.05

Cuadro 12. Análisis de Varianza para la variable PB a los 60 días (final del ensayo) correspondiente a los tratamientos T₁ y T₂

| FV | gl | SC | CM | Fc |
|-------------|----|--------|--------|----------|
| Tratamiento | 1 | 57.532 | 57.532 | 793.80 * |
| Error | 2 | 1.818 | 0.909 | |
| Total | 3 | 59.350 | | |

Coefficiente de Variación = 2.091

* (P ≤ 0.05) = Significativo con α=0.05

4.6. ANALISIS ECONOMICO

Actualmente la Empresa Nicaragüense de Insumos Agropecuarios (ENIA) realiza importación de harina de pescado con un contenido de 58-60% de proteína y el precio del quintal de éste producto es de U.S.A. \$ 29.00. Según esta empresa la demanda actual de este producto es de 4,500 - 5,500 TM/año es decir 417,000 Kg/mes de harina de pescado, a la vez de que se estima de que las importaciones tienden a incrementarse para los próximos años para satisfacer la demanda nacional, lo que traería consigo el

incremento de la salida de divisas de nuestro país. El subproducto del camarón como un recurso aprovechable a través del ensilado y con un alto contenido proteico representa una alternativa para disminuir las importaciones de harina de pescado. La cantidad de desperdicios de éste subproducto obtenido de la empresa ALINSA es de 147,000 lb/mes con lo que se obtendría aproximadamente 67,000 Kg/mes de ensilaje representando con ello una reducción del 16% en las importaciones de harina de pescado, si se tomase en cuenta el valor de éste subproducto pesquero se ahorraría al país U.S.A. \$ 37,800.00 /mes, es decir U.S.A. \$ 453,600.00 /año.

El ensilaje de pescado se puede utilizar en cerdos en un 30-35% neutralizado, mientras que la harina de pescado se utiliza en proporciones de 2-5%

En las explotaciones porcinas se utiliza actualmente alimento concentrado, correspondiendo al período de engorde (60 días) con un costo de U.S.A. \$ 40.00.

Ahora bien, si se incluye dentro de este período ensilaje del subproducto del camarón en un 30% durante 45 días, los gastos en éste período serían de U.S.A. \$ 20.25, siendo los gastos por ensilaje de U.S.A. \$ 0.56. Estos sumados a los gastos que se incurren en la dieta principal se obtiene un costo total durante los 60 días de U.S.A. \$ 50.91.

A continuación se presenta el desglose de los gastos que incluye: tiempo de alimentación, Kg de alimento a consumir diario y costo por kilogramo.

| | | | | | |
|-------------|---|---------------------|------------|----|-----------------|
| Concentrado | - | 45 días x 1.89 Kg x | \$ 0.246 = | \$ | 20.70 |
| Concentrado | - | 15 días x 2.70 Kg x | \$ 0.246 = | \$ | 9.96 |
| Ensilaje | - | 45 días x 0.81 Kg x | \$ 0.56 = | \$ | 20.25 |
| | | | | | U.S.A. \$ 50.91 |

Por otra parte si se utiliza durante 45 días harina de pescado dentro de la dieta de los cerdos en ceba en proporciones del 4%, los gastos en éste periodo serian de U.S.A. \$ 3.12. Los costos por kilogramo de harina de pescado tienen un valor de U.S.A. \$ 0.63, esto sumado a los gastos que se incurren en la dieta principal se obtiene, en la alimentación del periodo de ceba un costo total de U.S.A. \$ 41.75, desglosándose de la siguiente forma:

| | | | | | |
|----------------------|---|---------------------|------------|----|-----------------|
| Concentrado | - | 45 días x 2.59 Kg x | \$ 0.246 = | \$ | 28.67 |
| Concentrado | - | 15 días x 2.70 Kg x | \$ 0.246 = | \$ | 9.96 |
| Harina de pescado | - | 45 días x 0.11 Kg x | \$ 0.63 = | \$ | 3.12 |
| | | | | | U.S.A. \$ 41.75 |

Como se puede apreciar el incluir ensilaje de pescado al 30% en la alimentación porcina se obtienen mayores costos debido, principalmente, a que son mayores las proporciones de ensilaje de pescado que harina de pescado incluidas en la alimentación. Se debe tomar en cuenta que los costos por kilogramo de ensilaje de pescado son menores que los costos por kilogramo de la harina de pescado.

A continuación se detalla en el Cuadro 15, los costos obtenidos en cada tratamiento tomando en cuenta los costos de ácido sulfúrico, subproducto de camarón y envases, a la vez de que se estimaron los costos por cada 76 Kg de subproducto y los costos por kilogramo.

El análisis económico se realizó tomando en cuenta recipientes plásticos con una capacidad de 75 Kg de manera hipotética, ya que los microsilos utilizados en dicho experimento, cuya capacidad es de tan sólo 2 Kg, no proporcionarían datos más aproximados a los costos reales.

Cuadro 13. Análisis económico de los ensilados realizados en cada tratamiento (Dólares).

| CONCEPTO | T ₁ (5% H ₂ SO ₄) | T ₂ (10% H ₂ SO ₄) |
|-------------------------|---|--|
| Acido sulfúrico | 12.50 | 25.00 |
| Subproducto del camarón | 14.00 | 14.00 |
| Molido | 1.60 | 1.60 |
| Envases | 15.00 | 15.00 |
| Costo total/75 Kg | 43.10 | 55.60 |
| Costo / Kg | 0.56 | 0.73 |

El precio por litro de ácido sulfúrico es de U.S.A. \$ 3.30 utilizándose para el T₁ 3.8 lt, siendo el valor total de U.S.A. \$ 12.50 y para el T₂ se utilizaron 7.6 lt con un valor de U.S.A. \$ 25.00.

El gasto por transporte tuvo un valor de U.S.A. \$ 28.00. Este valor fue adjudicado al subproducto del camarón ya que corresponde al combustible que fue utilizado para trasladarlo desde Corinto (ALINSA) hasta Managua (UNA). Este valor fue dividido entre el total de tratamientos (T₁, T₂) obteniéndose como resultado U.S.A. \$ 14.00 /tratamientos.

El triturado del material se realizó en un molino de banda y tuvo un precio de U.S.A. \$ 3.20, este valor se dividió entre el número de tratamientos, obteniendo como resultado U.S.A. \$ 1.60/tratamiento.

Se utilizaron dos recipientes plásticos con una capacidad de 76 Kg y su precio fue de U.S.A. \$ 15.00 c/u.

Posteriormente se calcularon los costos totales/76 Kg y el costos/Kg en cada tratamiento.

El costo/Kg se obtuvo de dividir el costo total entre la cantidad de subproducto del camarón utilizado en cada tratamiento, lo que resultó para el T₁ en U.S.A. \$ 0,56 /Kg y para el T₂ en U.S.A. \$ 0,73 /Kg

V. CONCLUSIONES

- 1.- La utilización de ácidos inorgánicos (ácido sulfúrico) utilizando niveles de inclusión del 5% y 10% resultó ser una práctica satisfactoria desde el punto de vista fermentativo ya que prevaleció durante todo el período la fermentación láctica.
- 2.- De acuerdo a los análisis bromatológicos realizados a los ensilados podemos concluir que el tratamiento T₁ mantuvo la calidad nutritiva del ensilaje durante los 60 días e inclusive fue el que presentó los mayores contenidos de proteína.
- 3.- Acorde con la dinámica del ensilaje a los 7 días se pueden utilizar todos los ensilados y a los 30 días el proceso fermentativo alcanza su estabilidad.
- 4.- El tratamiento de menor costo resultó ser el T₁ (5% H₂SO₄) con un valor de U.S.A. \$ 0.56 / Kg

VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar el ensilaje de subproducto del camarón pasados 7 días de conservado el material debido a la predominancia de la fermentación láctica.

- Al emplear ácidos inorgánicos (H_2SO_4) se deben neutralizar, en el caso del H_2 , con NaOH o caliza hasta obtener un pH de 3.5 - 4.0 para poder ser suministrado a los animales.

- Evaluar el comportamiento bioeconómico de los ensilajes de los tratamientos T_1 y T_2 en zonas aledañas a la extracción de éste subproducto.

VII. BIBLIOGRAFIA

- AÍLVARES, D.C.; PERDOMO, C.J.; CANCIO, D.B. 1985. Avances de la alimentación porcina en Cuba. Cuba. 64-70 p.
- AMOS, A.J.; BILLINGTON, A.E.; BURRELL, J.R. 1985. Manual de industria de los alimentos. Zaragoza, España, Acribia. 364-365 p.
- A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. (14 th ed.) Association of Analytical Chemists. Arlington, Virginia.
- ARECHE, N.; BERENZ, Z.; GONZALO, L. 1992. Ensilado de pescado utilización en alimentos para cerdos. VIII curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros. Instituto Tecnológico pesquero del Perú. Lima, Perú. 32 p.
- BAULE, A.; WIESSBACH, F. 1963. Zeitseif, F. Landre versuchs and unterssch ungewesen 9. Bund Helft. 6 p.
- BERNARDEN, A.E.; SALINAS, K.F.; FIGUEROA, N.J. 1978. Cultivos Forrajeros. México. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. 88-89 p.
- Bo GÖHL. 1982. Piensos tropicales, Resumen informativo sobre piensos y valores nutritivos. Fundación Internacional para la Ciencia. Estocolmo, Suecia. FAO 419 - 421 p.
- BLANDINO, O.R.; TARGHINI, L. 1990. Tabla de composición química de los alimentos utilizados en la alimentación animal. Managua, Nic. 19 p.

- DOMINGUEZ, P.L. 1981. Utilización de desperdicios alimentarios y subproductos industriales, agropecuarios y de la pesca en la alimentación de cerdos. Instituto de Investigaciones porcinas. Punta Brava, La Habana, Cuba. 67 p.
- DE PEREZ, W.; GRANADOS, G. 1986. Alimentación de pollos mediante el uso de ensilaje de pescado. Vol. Tec. Labal. Vol. 7 N° 1 - 2, 43 - 50 p.
- DUTHIL, J. 1976. Producción de Forrajes. Madrid, España. Mundi Prensa. 3ra. edición. 326 - 342 p.
- GUERRERO, T.S.; CHAMORRO, N.L.; VILLALTA, T.L. 1985. La Fauna de Acompañamiento del Camarón en Nicaragua Sistematización y perspectiva de utilización. 4ta. jornada JUDC Managua, Nic. 25 p.
- HUGHES, H.D.; HEATH, M.E.; METCALFE, D.S. 1986. Forraje. México. Celsa. 581 - 583 p.
- LUIS, L.; RAMIRES, M. 1986. Estudio de los principales microorganismos presentes en un ensilaje de guinea SIH - 127. Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba. "Indio Hatuey" 9 147 p.
- LONDDRO, F.; MASSARELLI, A. 1990. Preliminares sobre aprovechamiento y utilización de subproductos no convencionales en Nicaragua. 3ra. Reunión de Nutrición Animal. Coahuila, México. (3) 152 - 156 p.
- LOPEZ, J.; WERNLI, C. 1984. Ensilaje de Maíz. Algunas técnicas que mejoran su calidad. IPA La Palatina. No' 21, 33-38 p.

- MACHIN, D.H.; YOUNG, R.H.; CREAM, K. 1982. El uso de ensilajes de la fauna de acompañamiento de la pesca camaronesa preparado por el uso de ácido fórmico en dietas para cerdos de engorde. Vol. Téc. Labal. Vol. 7, 127 - 134 p.
- MIDINRA, 1989. Proyecto de rehabilitación y fomento de la ganadería en Nicaragua. Managua, Nic. MIFIN, 42 p.
- MOORE, I. 1968. Ensilado y Henificación. Zaragoza, España. Acribia. 85 p.
- OJEDA, F.; ESPERANCE, M.; LUIS, L. 1987. Ensilajes de pastos tropicales. Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba. Revista de la EEPF "Indio Hatuey" 10:189 p.
- PENEDO, J., CISNEROS, M.; RODRIGUEZ, A.J. 1980. Ensilaje de pescado y Ensilaje de pescado más miel final. Características químicas y variaciones del pH. Revista ACPA. Vol.1 22-24 p.
- PEZO, D. 1981. Ensilajes de Forrajes Tropicales. Costa Rica. CATIE, Turrialba. 141-154 p.
- PLAZA, J.; ALVARES, R. 1982. Ensayos preliminares sobre el uso del ensilaje de pescado y de miel final en la suplementación de terneros en pastoreo. Revista Cubana de Ciencia Animal. Tomo 16 (1), 27-34 p.
- QADRI, R.B.; FATIMA, R. 1986. Studies on the preparation of fish silage. Tropical Science. (folleto) 8 p.
- TATTERSON, N.I.; WINDSOR, L. M. 1974. Fish silage. Journal Science Food Agriculture. 25, 369-379 p.

- TREVIÑO, J.E.; YOUNG, R.H.; UVALLE, A.; CREAN, K.; MACHIN, D.H.; LEAL, E.H. 1982. Ensilaje de pescado a partir de la pesca acompañante. Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, guaymas, Sonora, México,, 111-112 p.
- REECE, P. 1980. Control and reduction of free fatty acid concentration in oil recovered from fish silage prepared from sprat. *Journal Science Food Agriculture*. 31, 147-155 p.
- WHITTEMORE, C.T.; TAYLOR, A.G. 1976. Nutritive value to the growing pig of deoiled liquefied herring offal preserves with formic acid (fish silage). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 27 (3) 239 - 243 p.
- YOUNG, A.D.; DUNN, E.E. 1975. Report on a pilot study of fish silage. Agricultural college office, Kirkwall, uk. 4 p.

VIII. A N E X O

Cuadro 1A. Composición bromatológica de subproductos de la pesca (%).

| AUTOR | MATERIA | M.S. | P.B. | F.C. | CENIZAS |
|-----------------------------|---|-------|-------|-------|---------|
| Londoño y Massarelli (1990) | Desechos de Camarones | 20 | 37.4 | 13.6 | 35.4 |
| Bo Göhl (1982) | Harina de Camaron entero | - | 73.6 | - | - |
| " " | Harina de cabezas y escamas de camaron. | 89.8 | 48.9 | 18.3 | - |
| " " | Langostas enteras crudas | 29.4 | 63.5 | 13.5 | 8.7 |
| " " | Langostas enteras secas | 89.5 | 51.6 | 14.0 | - |
| Blandino Targhini (1990) | Conchas de Camarones | 81.11 | 37.76 | 10.38 | - |

MS: Materia Seca.

PB: Proteína Bruta.

FB: Fibra Cruda.

Cuadro 2A. Composición bromatológica de diferentes ensilaje de pescado (%).

| AUTOR | ADITIVO | M.S. | P.B. |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| Penedo, et al. (1986) | 3.5% H ₂ SO ₄ | 14.34 | 63.67 |
| Penedo, et al. (1986) | 4 % H ₂ SO ₄ | 14.54 | 63.20 |
| Penedo, et al. (1986) | 5 % H ₂ SO ₄ | 12.29 | 70.20 |
| Qadri y Fatima (1986) | 5 % H ₂ SO ₄ | 26.00 | 66-70.5 |
| Qadri y Fatima (1986) | 3.5% ác.Fórmico | 26.90 | -- |
| Guerrero, et al. (1985) | 2.5% ác.Fórmico | 28.48 | 65.46 |
| Alvares (1972) | Carbohidratos | 40.20 | 27.20 |
| Meinke (1974) | " " | 18.5-32.7 | 14.4-20.8 |
| Whittemore y Taylor (1976) | " " | 27.30 | 13.30 |
| Cervantes (1979) | " " | 27.90 | 17.50 |
| Plaza y Alvares (1982) | " " | 26.07 | 51.06 |
| Bo Göhl (1982) | " " | 47.6-49.8 | 28.2-38.0 |
| Alvares (1985) | " " | 40.20 | 57.70 |

MS: Materia Seca.
PB: Proteína Bruta.

Cuadro 3A. Valores de pH en diferentes ensilajes de pescado

| AUTOR | ADITIVO | pH |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Penedo, <i>et al.</i> (1986) | 3.5% H ₂ SO ₄ | 1.60 - 3.54 |
| Penedo, <i>et al.</i> (1986) | 4 % H ₂ SO ₄ | 1.58 - 3.10 |
| Penedo, <i>et al.</i> (1986) | 5 % H ₂ SO ₄ | 1.40 - 2.04 |
| Guerrero, <i>et al.</i> (1985) | 2.5% ác.Fórmico | 4.2 |
| Qadri y Fatima (1986) | 5 % H ₂ SO ₄ | 2.6 |
| Qadri y Fatima (1986) | 3.5% ác.Fórmico | 3.5 - 4.0 |