



Universidad Nacional Autónoma de México

---

FACULTAD DE CIENCIAS

UNA ALTERNATIVA A LA UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS  
DE LA FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAMARON  
COMPOSICION QUIMICA DE MICROENSILAJES DE SUBPRODUCTOS  
PESQUEROS Y DESPERDICIOS AGRICOLAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G A

P R E S E N T A

MARIA TERESA VIANA CASTRILLON

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## C O N T E N I D O

	Pág.
Resumen	
I. Introducción .....	1
II. Antecedentes .....	8
III. Objetivos .....	13
IV. Material y Métodos .....	14
V. Resultados .....	17
V.1. Evaluación química de los ensilajes ..	17
V.2. Tablas de análisis estadístico .....	21
VI. Discusión .....	40
VII. Conclusiones .....	48
VIII. Literatura Citada .....	50
Agradecimientos	

## RESUMEN.

En el presente trabajo se efectuó una evaluación química de ensilajes elaborados a partir de subproductos de la fauna de acompañamiento del camarón (Faca) y desperdicios agrícolas, con el fín de estimar su calidad como alimento para animales domésticos.

Fueron utilizados subproductos del despulpado de la Faca, calificados como no aptos para consumo humano y 4 tipos diferentes de subproductos agrícolas (harina de Manihot sp, rastrojo de maíz molido, cáscara de limón y cáscara de piña), cada uno de ellos proporcionado a la Faca, a dos concentraciones diferentes (30 y 20%), y utilizando sorgo molido (30%) y subproducto de la Faca (90%) como tratamientos de referencia. En todos los casos se adicionó melaza en un 10% como fuentes de azúcares.

Los microsilos fueron puestos en frascos de vidrio manteniéndolos en condiciones anaeróbicas durante 60 días, procediendo posteriormente a la evaluación química, la cual consistió en determinar tipo de fermentación y calidad del alimento en cuanto a proteína verdadera y digestible, lisina disponible, grasa y fibra cruda, minerales totales, nitrógeno amoniacal y extracto libre de nitrógeno.

Se concluyó que el ensilaje sin subproducto agrícola no estableció una adecuada fermentación y el elaborado con cáscara de piña no presentó una fermentación adecuada, posiblemente al exceso de carbohidratos solubles. Todos los demás tratamientos cumplieron con los requisitos de un buen alimento.

## I. INTRODUCCION .

En todo el mundo, y en particular en México, se ha visto la necesidad de incrementar y buscar nuevas fuentes de alimentación para satisfacer las demandas de una población creciente.

El incremento de población en México ha sido del 2.7% -- anual (Banco de México), un índice tan alto, marca la importancia de la explotación de los recursos marinos como una de las fuentes para obtener alimentos, lo cual en nuestro país es posible debido a la gran extensión de costas con que cuenta, 6608 km en el litoral del Océano Pacífico y - 2611 km en el del Atlántico, así como por la riqueza de especies que habitan en estas aguas.

La pesca nacional se ha incrementado en los últimos 8 años en un 600%, aumentándose al mismo tiempo el volumen de subproductos pesqueros aprovechables para alimentación humana; se estima en un 30% del - volumen total de las especies que son procesadas en las plantas fileteadoras, a lo que se tiene que agregar aquellas especies no adecuadas para el consumo humano, además de la llamada fauna acompañante del camarón - (Faca), la cual fue calculada para 1975 en 330,000 toneladas (Malo, 1979). Este cuantioso volumen de diversas especies pesqueras ha estimulado a - los técnicos e investigadores a buscar el modo de aprovecharlo en la dieta humana o en la alimentación de animales domésticos.

La explotación a la que ha estado sometido el camarón ha hecho que la fauna de acompañamiento del camarón, tome un valor comercial ya que en la zona del Pacífico actualmente se obtienen menos utilidades por viaje de pesca debido a la fuerte competencia en tiempo y espacio - (Grande y Díaz, 1979), y aún cuando en la zona del Golfo de México se sigue observando un desarrollo ascendente, se considera que dicho recurso se acerca a sus límites de explotación racional, por lo que un aprovechamiento integral de los recursos beneficiaría, en este caso, a la indus-

tria pesquera.

En la actualidad se cuenta con poca información sobre el volumen y composición de la fauna acompañante, y puede decirse que su aprovechamiento todavía es escaso. De lo poco que se sabe, se concluye que la proporción de ésta, en relación con el volumen del camarón es variable de una zona a otra, así como en las diferentes temporadas en una misma zona. De tal manera, Rosales (1957) encontró una relación de 1:7 en la zona norte de Mazatlán, y 1:7.7 en la zona sur. Chapa (1975) encontró en 1968 para la misma área una relación de 1:8.2 y en 1969 1:10.9. Muestreos posteriores presentados en la Reunión Nacional para el Aprovechamiento de la Fauna acompañante del Camarón, 1979, indican que la relación fue de 1:9 al 1:8 en casi todas las regiones de Campeche, Golfo de California y Golfo de Tehuantepec, siendo menor en Tampico, estimando que en el Pacífico la proporción de Fauna es mucho mayor que en el Golfo de México, donde los fondos son planos y arenosos (Moya, 1980).

Como puede observarse existe una gran diversidad de criterios debido a la fluctuación que presenta dicha relación, quizás a causa de la variación en el tiempo, o debido a errores de estimación; a pesar de esto, el volumen de la Fauna alcanza elevadas cifras, de tal manera que si se considera que se capturan anualmente 50,000 toneladas de camarón, en ambos litorales, de tal manera que aún tomando una relación mínima de 1:6 se alcanza un volumen de 330,000 toneladas de fauna de acompañamiento del camarón.

Según estudios realizados por Rosales en 1967, en las costas de Sinaloa, la Fauna estaba compuesta por organismos pertenecientes a los Phyla: Coelenterata, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Chordata. La Tabla I presenta la composición y frecuencia de la Fauna obtenida en el litoral de Sinaloa, durante el período comprendido entre 1964-1966.

TABLA I. FRECUENCIA DE ESPECIES DE LA FACA, CORRESPONDIENTES A LOS GRUPOS ESTUDIADOS. COSTAS DE SINALOA, 1964-1966<sup>1</sup>.

Grupo	Muy frecuente 51-100%	Frecuente 21-50%	Escaso 1-20 %	Total s p
Celenterados		1	2	3
Crustaceos	7	8	21	36
Moluscos	1	8	25	34
Equinodermos		3	9	12
Peces	1	30	102	133
T o t a l e s	9	50	159	218

1) . Rosales, 1967.

Como indica la Tabla referida, se puede observar que la Faca es rica en especies aprovechables para consumo humano y animal, ya sea en forma directa o como productos elaborados.

Actualmente, la mayor parte de los organismos capturados junto con el camarón, son utilizados en la elaboración de harina de pescado, si bien existen muchas especies que, por sus características, podrían ser aprovechadas para consumo humano (Rosales, 1967).

Chávez y Arvizu (1972), a través de un estudio de composición de la FACA, proponen la separación de los organismos en dos grupos: "especies finas", que corresponden a aquellas que presentan valor comercial y las catalogadas como "basura" que son aquellas que no cumplen los requisitos para consumo humano o no tienen demanda en el mercado, pero que constituyen una importante fuente de proteína para alimentación animal. Esto último demuestra que el término de "basura" no es el más apropiado. Según estos autores la relación entre fauna con valor comercial y sin valor comercial alcanza una proporción de 1:50.2. Este índice nos proporciona una idea de los grandes volúmenes de captura que pueden ser aprovechados para alimentación, utilizando la fauna no comercial así como los desperdicios que se obtienen durante el procesamiento de alimentos para consumo humano.

Ahora bien, la solución no es tan simple, ya que el traer la Faca a tierra representa costos elevados debido a su conservación, manejo, traslado y lugar que ocupa en los barcos camaroneros. Se sabe que la Faca se separa del camarón para evitar problemas de contaminación y manchado, por lo que la solución quizá estuviera en fomentar su explotación comercial para su posterior venta en fresco o utilizarla como materia prima para procesamiento de conserva a precios que la reditue al pescador traerla a tierra, además de establecer un precio de garantía que asegure su manejo adecuado.

Es evidente que el resolver el problema que representa la escasez de alimentos es de vital importancia, siendo por lo tanto necesar



ria la implementación de diversos tipos de procesamiento industrial para la obtención de alimentos para consumo humano de buena calidad y dejar - en segundo término la elaboración de alimentos para animales. La cantidad de Faca recuperada en México en 1977 fue de 13,500 toneladas, la cual se destinó a la producción de harina de pescado para alimento de animales; pensamos que podrían obtenerse mayores beneficios si se hubiera destinado prioritariamente para alimentación humana, empleando para alimentación animal solamente los subproductos.

En relación a esto, se han venido produciendo diversos - productos para alimentación humana. Así, Productos Pesqueros Mexicanos (PPM) en un intento de utilizar integralmente los productos del mar para la alimentación humana, ha producido pescado ahumado y seco-salado, que se hacen llegar a aquellas zonas donde se carezca de refrigeración.

Podemos decir en resumen que el aprovechamiento de la Faca para consumo humano puede realizarse en forma directa e indirecta; la primera utilizando productos frescos o congelados, empleando para ello, de preferencia especies de importancia comercial. El aprovechamiento in directo de la Faca se refiere al procesamiento industrial de los recursos pesqueros destinados para alimentación animal, los cuales constituyen a su vez una fuente de proteínas para el consumo humano.

Dentro de los principales procesos de industrialización - que se realizan para aprovechar las especies de poca importancia comercial, podemos señalar los siguientes:

- Productos en conservas, como el jamón de pescado, el cual es elaborado con especies de talla grande como materia prima, siguiendo un proceso de salmuera, y/o ahumado, obteniendo productos seco-salados y - ahumados.
- Productos en semiconserva, los cuales se obtienen mediante el procesamiento con ácidos, tales como el ácido acético, retardando de esta forma la acción bacteriana.

- Pastas de pescado, procedentes del despulpado de peces con adición de saborizantes y aglutinantes. Dichas pastas o pulpa de pescado pueden ser comercializadas en forma congelada, seca o enlatada, o bien como productos embutidos tales como las salchichas; la ventaja que presenta este tipo de industrialización es la de poder homogeneizar el sabor y olor del producto, ya que se trata de una materia prima heterogénea.
- Hidrolizados de pescado; éstos se preparan licuando los productos pesqueros mediante procesos físicos o químicos, en estos últimos son utilizadas enzimas o alcoholes (generalmente etanol, propanol e isopropanol).

Mediante la hidrólisis pueden obtenerse diversos productos, dependiendo del proceso al que sean sometidos, dando lugar a tres categorías de alimentos de acuerdo con su contenido de grasa. El producto terminado con apariencia de harina de pescado, resulta ser ventajoso por la posibilidad de emplearlo en alimentación humana debido a las condiciones higiénicas de su preparación, además de su bajo contenido de grasa (hasta 0.75%), lo cual evita su descomposición, evitando el consecuente mal olor, precipitación de vitaminas y efecto tóxico acumulativo.

Respecto a las especies que no pueden ser procesadas para alimentación humana en ninguna de las formas antes mencionadas, así como los subproductos procedentes de dicha industrialización es factible utilizarlos para alimentación de animales, ya sea en el procesamiento de harinas de pescado, preservaciones o ensilajes, así como en la elaboración de fertilizantes y aceites para otros usos.

Las harinas de pescado obtenidas mediante el deshidratado y desengrasado de productos pesqueros, aunque son de valor nutritivo alto (Beltrán, 1974), alcanzan precios que oscilan entre 12 y 15 mil pesos tonelada, lo cual la pone fuera del alcance del pequeño productor ganadero.

Cabe aclarar que para la optimización del aprovechamiento

de la Faca, como alimento para animales, habría que buscar nuevas soluciones de preservación de estos subproductos pesqueros, de tal forma que resulten alimentos de bajo costo y emplearlos únicamente como una alternativa alimentaria en zonas donde se disponga de la Faca; de tal manera que sea innecesario efectuar gastos de secado, refrigeración y transporte ó preservando los subproductos en estado fresco. De esta forma el presente trabajo propone como alternativa la preservación de la Faca mediante el método del ensilaje.

## II. ANTECEDENTES .

El ensilaje es un método de preservación de productos agrícolas, practicado desde hace más de dos siglos, el cual le permite al ganadero la conservación de alimento para la época de secas, que es cuando no se dispone del forraje verde. Este método de conservación se basa en una fermentación anaeróbica del producto.

Cuando se ensila, los carbohidratos solubles de la materia prima se fermentan por la acción de la bacteria Lactobacillus spp (bajo condiciones anaeróbicas) para producir ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, obteniéndose un producto con un pH de 3.9 a 4.3, el cual es estable tanto tiempo como las condiciones anaeróbicas sean mantenidas. Cuando la concentración de carbohidratos solubles es baja, existe una insuficiente producción de ácidos orgánicos, dando lugar así al crecimiento de bacterias del género Clostridium spp, las cuales son las responsables de convertir el ácido láctico en butírico, cuya actividad causa la degradación de proteínas.

Existen diversos tipos de fermentación dentro de un silo, y las degradaciones podrán lograrse de acuerdo con las características que presenten los ingredientes a ensilar. Una fermentación ideal, es aquella donde exista una mínima pérdida de nutrientes, lo cual puede esperarse cuando el producto por ensilar presente un contenido de materia seca de 28 a 34%, carbohidratos solubles de 6 a 8%, una mínima capacidad buffer, elevada población de bacterias ácido-lácticas, esto se logra básicamente con una buena temperatura y compactación de los granos (Mc Cullough, 1977). Para que el silo presente todas estas características en ocasiones es necesario adicionar algunos productos que aceleren la acidificación mediante la inclusión de enzimas que incrementen la disponibilidad de carbohidratos, inoculando poblaciones de bacterias ácido-lácticas, o bien agregando algún preservativo químico que favorezca o impida el desarrollo bacteriano para obtener la fermentación deseada.

La adición de nutrimentos al silo, es el método más sencillo para lograr el ambiente deseado, para lo cual se utilizan comunmente melaza de caña, esquilmos agrícolas e industriales, granos y cereales, etc.. Adicionando azúcares disponibles, se propicia una buena fermentación ya que se considera que mientras más rápido decline el pH en un silo, será más eficiente la preservación, ya que se acelerarán las condiciones anaeróbicas en el silo y con ello se efectuará la prevención de la degradación de proteínas y carbohidratos solubles, por organismos aeróbicos.

El ensilaje de productos marinos ha probado ser un método excelente de conservación (Viana, 1981). En la actualidad podemos distinguir dos tipos de ensilajes de productos pesqueros, los llamados líquidos caracterizados por su alto contenido de humedad (80-85%) y los sólidos (50-60%).

Los ensilajes líquidos, llamados también preservaciones ácidas, ya que no ocurre ningún tipo de fermentación en ellos y donde la licuefacción ocurre por la acción de las enzimas del pez, en presencia del ácido adicionado (Raa, 1976). En este caso las proteínas se rompen en pequeñas unidades solubles y el ácido previene el desarrollo bacteriano (Tatterson y Windsor, 1974). Los ensilajes líquidos o preservaciones ácidas, fueron introducidas en Finlandia en 1920 y para 1948 se producían a nivel industrial en Dinamarca (Backhoff, 1976). Las preservaciones ácidas se obtienen a partir de pescado o subproductos de éste, molido o destazado agregando de 3 a 5% de ácido fórmico o sulfúrico. Para el envasado se utilizan tambores de polietileno para prevenir la corrosión. La tasa de licuefacción depende directamente del tipo de materia prima utilizada, de su grado de frescura y de la temperatura del proceso; de esta manera el pescado fresco procesado a 20°C, tarda dos días y a 10°C requiere de 5 a 10 días. En este proceso y dependiendo del tipo de ácido que se emplee, se alcanzarán valores de pH muy bajos. Un análisis proximal de preservación ácida presenta la siguiente composición típica: agua 80%, proteína cruda 5%, cenizas 4.5%, grasa cruda 0.5% (Tatterson y Windsor, 1974).

En realidad, poco se sabe acerca del proceso de licuefacción en las preservaciones ácidas de pescado, suponiéndose que ocurre - gracias a la acción de enzimas presentes en el tracto digestivo de los - peces. Se ha comprobado que la proteína de la piel y de la cabeza son - hidrolizadas por las enzimas procedentes de las vísceras (Backhoff, 1976), así en aquellos silos donde se adicionan vísceras se presenta una mayor - hidrolización de proteínas, incrementándose con ello el contenido de ni- trógeno no proteico.

El ácido presente en los silos favorece el mecanismo de - acción de las enzimas proteolíticas e inhibe la acción de bacterias inde - seables. En la práctica se ha comprobado que el empleo de este tipo de ensilajes para la alimentación de cerdos, abate el costo del alimento y produce carne de cerdo de gran aceptación (Smith, 1977).

Las desventajas que presentan los ensilajes líquidos, se deben a la humedad, lo cual implica problemas en el manejo y transporte del alimento. Con los ensilajes sólidos se trata de eliminar estas des- ventajas; Wirakadikusumah (1968) ensiló pescado eviscerado adicionándole malta y harina de cereales obteniendo así una fermentación anaeróbica - con desarrollo de Lactobacillus. Posteriormente en 1972 este mismo autor encontró que en el ensilaje de pescado, el incremento en el número de - Lactobacillus del tipo heterofermentativo (el ideal para ensilajes) co- rrespondía al decremento de los cocos totales y pH del silo, de 5.5 a 4.5.

Tibbets, et al. (1981) elaboraron ensilajes sólidos de - pescado, empleando harina de maíz y melaza de caña como fuente de azúca- res disponibles para favorecer el desarrollo fermentativo, inoculando - Lactobacillus acidophilus como agente fermentativo. En dietas para cer- dos observaron resultados satisfactorios.

Henos encontrado que la adición de bacterias lácticas no cambia la composición del ensilaje, lo que confirma lo encontrado por Wi- rakadikusumah (1972), quien establece que la cantidad inicial de Lactoba- cillus no mejora la calidad, sino que éstos se incrementan en forma natu

ral, si las condiciones del silo son buenas.

Por otra parte, cabe mencionar que entre las alternativas dadas sobre el aprovechamiento de la Faca, para alimentación humana, se encuentra la obtención de pulpa de pescado. En México esta pulpa de pescado se elabora con el nombre de Pepez, por la empresa estatal Refrigeradora Tepepan, donde en 1980 se recibieron 2,163,385 kg de pescado, de los cuales se descartó un 37% (Chávez, 1981)\*, por no cumplir con los requisitos estipulados de frescura. Si a esto se agrega que durante el proceso de despulpado se descarta del 30 al 50% como desperdicios, obteniendo una gran cantidad de subproductos con buen valor nutritivo, que puede ser aprovechado a costos muy bajos, para la alimentación animal. Estos subproductos pesqueros pueden también ensilarse, adicionando fuentes de azúcares como son algunos granos de cereales. Sin embargo, en los países productores de azúcar y cítricos, el uso de melazas de caña y residuos agrícolas, ofrecen una alternativa importante.

En México hay una importante producción de residuos agrícolas como son diversos tipos de rastrojos, o bien subproductos industriales, los que con frecuencia son arrojados a los ríos causando graves problemas de contaminación.

Los subproductos de la industrialización de las frutas tropicales ofrecen una buena perspectiva, ya que como en el caso de la piña, limón, naranja y mango, del 40 al 50% del peso total del producto son residuos (O'Donovan, 1975; Satapathy, 1978), conteniendo cerca de un 42% de azúcares totales, de los cuales el 70% es sacarosa, 20% glucosa y 10% fructosa, además de contener cantidades apreciables de hemicelulosa, celulosa, hexosanos, pentasanos y pectina. La grasa cruda (0.92% del total) esta compuesta por esteroides y pigmentos como carotenos y xantofilas (Muller, 1978), además de ser ricos en vitaminas y minerales como calcio y fósforo (Becker et al., 1951). Los subproductos agrícolas como alimento para animales son de escaso valor nutritivo, por lo que deben suplementarse.

\*) Chávez, H., 1981. Jefe de Control de Calidad de Refrigeradora Tepepan.

tarse con ingredientes de mejor calidad nutritiva (Cuarón, 1975). El ensilaje de estos subproductos, además de conservarlos, mejora su valor nutricional. Aguilera (1975), encontró que la pulpa de cítricos adicionada con melaza de caña, produce un ensilaje de buena calidad.

La mayor desventaja que presentan los residuos agrícolas como alimento, es su bajo contenido de proteína cruda, lo que hace que - al utilizar este material, sea necesario el empleo de nitrógeno suplementario, ya sea como N no-proteico o en forma de proteína verdadera (Rodríguez, 1979), al mismo tiempo, éste ayuda a que se incremente la digestibilidad de la fibra (Carrera, et al., 1967).

De esta manera contamos con dos tipos de subproductos, la fauna de acompañamiento del camarón y los residuos agrícolas, los cuales tienen la posibilidad de ser combinados y ensilados para obtener un producto de alto valor nutritivo logrando con esto resolver un problema de alimentación para la ganadería local, por otra parte evitar problemas de contaminación.



### III. OBJETIVOS .

El objetivo general de este trabajo fue el de analizar - químicamente ensilajes con subproductos procedentes del despulpado de - fauna de acompañamiento del camarón y desperdicios agrícolas, proporcionados a dos concentraciones diferentes para mostrar que la utilización - combinada de estos subproductos en forma balanceada, proporciona una fuente de alimentos de alta calidad para animales domésticos.

#### Objetivos Particulares:

- Establecer el nivel de concentración apropiado de los desperdicios - agrícolas para ser usados como aditivos a los subproductos de la fauna de acompañamiento con el fin de obtener un alimento de buena calidad.
- Lograr que la calidad obtenida de estos ensilajes, no sea inferior - con respecto a otra fuente de carbohidratos, como el sorgo molido el cual se usará como referencia.
- Mostrar que tan necesario es el empleo de los desperdicios agrícolas comparándolo con el ensilaje de subproductos de la fauna de acompañamiento sin dichos desperdicios agrícolas.
- Obtener una alternativa para elaborar alimentos de buena calidad a partir de subproductos tanto de fauna de acompañamiento como agrícolas, que estén disponibles en las áreas costeras, sin necesidad de - efectuar gastos de refrigeración, secado y transporte.

#### IV. MATERIAL Y METODOS .

El trabajo fue realizado en el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, Palo Alto, D.F., utilizando subproductos de fauna de acompañamiento de camarón, procedente de la planta refrigeradora - Tepepan, Xochimilco, D.F., calificados como no aptos para consumo humano.

El material utilizado como subproducto pesquero correspondió a un 25% de Berrugata, Bocadulce o Gurrubata (Menticirrhus sp) y 75% de diversos géneros de Mojarra (Eucinostomus sp, Berres sp, Diaptenes sp).

Como subproductos agrícolas fueron utilizados harina de yuca, variedad papa prcedente de Tabasco (Manihot sp), rastrojo de maíz molido, cáscara de limón y piña, melaza de caña. De los cuales los dos primeros y la melaza se obtuvieron de la Fábrica de Alimentos del INIP y las cáscaras de limón y piña de diversas embotelladoras de jugos de frutas. Como tratamientos de referencia se utilizó sorgo molido.

Se elaboraron 50 microsilos en frascos de vidrio, con una capacidad de 750 ml aproximadamente, utilizando subproducto pesquero a dos concentraciones (70-60%) y desperdicios agrícolas (20 y 30%). Como ensilaje de referencia se prepararon dos tratamientos, uno con sorgo molido al 30% y otro con subproducto pesquero al 90%. A todos los tratamientos se les adicionó melaza de caña al 10%.

Los tratamientos, con 5 repeticiones cada uno, fueron manejados con número romano según el tipo de desperdicio agrícola, y las letras correspondieron a la concentración.

TABLA 2. COMPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

Tratamientos	Sub. de la Faca %	Tipo de desperdicio agrícola y %	Melaza %
I a	70	Harina de Manihot sp 20	10
I b	60	Harina de Manihot sp 30	10
II a	70	Rastrojo de maíz molido 20	10
II b	60	Rastrojo de maíz molido 30	10
III a	70	Cáscara de limón 20	10
III b	60	Cáscara de limón 30	10
IV a	70	Cáscara de piña 20	10
IV b	60	Cáscara de piña 30	10
V	60	Sorgo molido 30	10
VI	90		10

Todos los microsilos se prepararon el mismo día con el sub producto pesquero fresco. Las mezclas se hicieron en una máquina revolve dora de panadería Hobart Modelo a-200 con una duración de 15 minutos para obtener la mezcla. El contenido se repartió en 5 frascos de vidrio a los cuales se les adaptó una válvula de Bunsen en la tapa. Se encendió una pequeña vela dentro de cada frasco cerrado con objeto de consumir el oxi geno interior y asegurar la anerobiosis.

Los microsilos fueron destapados a los 60 días para efectuar las siguientes determinaciones químicas:

- Humedad por arrastre de Tolueno, técnica modificada por Jacobs, 1975.
- pH, según técnica descrita por la Association of Official Analytical Chemists, 1980 (A.O.A.C.).
- Minerales totales según técnica descrita por la A.O.A.C.
- Fibra cruda, según técnica descrita por la A.O.A.C.
- Grasa cruda, según técnica descrita por la A.O.A.C.
- Proteína cruda, obteniendo nitrógeno total calculada mediante el fac tor 6.25, según técnica descrita por Kjeldahl en la A.O.A.C.
- Nitrógeno amoniacal, según técnica descrita por Pearson, 1970.
- Nitrógeno no proteico según técnica descrita por Jacobs, M., 1965.
- Lisina disponible según técnica descrita por Kakade y Luner, 1969, - modificada por Ousterhout y Wood, 1970.
- Proteína digestible en pepsina, según técnica descrita por la A.O.A.C.
- Acidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico), no volátiles (láctico) y etanol, mediante cromatografía de gases, según técnica - descrita por Erwin, et al., 1961.

La calidad de fermentación fue evaluada según índice de Fleig, descrito por McCullough, 1980.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, - obteniendo análisis de varianza y un test de rango múltiple de Student-Newman-Keuls, con una probabilidad de 0.05, como se indica en cada uno - de los resultados.

## V. RESULTADOS .

### V.1. Evaluación química de los ensilajes.

Los microsilos, a los 60 días, presentaron los siguientes resultados:

- El pH varió en cuanto a subproducto agrícola, presentando diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo el IVa, IVb y VI, diferentes a todos los demás. El valor mínimo encontrado fue de 4.3 y el máximo de 6.5. El silo con menor porcentaje promedio se encontró en Ia, con 4.64, y mayor el VI, de 6.36. Presumiblemente es mejor la combinación 70+20+10 (sub.pesq.-sub.agríc.-melaza) aún - cuando con rastrojo de maíz la combinación 60+30+10 mostró valores de pH más bajo (Ver Cuadro 2).
- El contenido de etanol presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos y concentración. El valor mínimo reportado fue de 0.0 y el máximo de 7.82 en IVb. El tratamiento con menor porcentaje promedio fue el V con 0.05 y mayor el IIIb, con 3.45. En casi todos los casos el mejor nivel fue 70-20% (Ver Cuadro 3).
- El ácido acético presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo el IVb distinto a todos los demás. Se reportó un valor mínimo de 0.0 de varios tratamientos, y un máximo de 9.73, en IVb. El silo con menor porcentaje promedio fue el VI, con 0.0 y con mayor el IVb, con 5.33. La producción de ácido acético varió ligeramente entre harina de Manihot sp. y rastrojo de maíz. Con cáscara de limón y piña fueron diferentes en cuanto a concentración (Ver Cuadro 4).
- El ácido propiónico se produjo ligeramente en IVa, IVb, V y VI, - sin aparecer diferencias significativas, reportándose un valor mínimo de 0.0 y un máximo de 1.21 para V. Con cáscara de piña hubo

- influencia por la concentración (Ver Cuadro 5).
- El ácido butírico presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo distinto el VI, cuya producción fue de 4.3%, mientras que el V fue de 0.45, debido a un microsilo que se encontró en mal estado por alterarse las condiciones de anaerobiosis. El valor mínimo reportado fue de 0.0, y el máximo de 7.71 para el VI (Ver Cuadro 6).
  - El ácido láctico presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) - siendo distinto a todos los demás, el tratamiento VI, cuya producción fue nula. El valor mínimo reportado fue de 0.0 para VI, y el máximo de 16.76 para IIb. De igual forma, estos dos silos fueron los que presentaron el menor y mayor porcentaje promedio, con 0.0 y 12.03 (Ver Cuadro 7).
  - El contenido de humedad presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), solo con cáscara de piña y limón, hubo mayor humedad con la concentración mayor de subproducto agrícola. El de subproducto pesquero solo rebasa el límite para un buen ensilaje. El valor mínimo reportado fue de 40.0 y máximo 84.0%. El silo con menor porcentaje promedio fue el V, con 43.4 y el de mayor, el IIIb con 75.8 (Ver Cuadro 8).
  - En lo que respecta a la calidad del alimento, tenemos que la proteína cruda varió en cuanto al tipo y concentración de los subproductos agrícolas, habiendo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), reportándose un valor mínimo de 22.1 y un máximo de 53.9%. El tratamiento con menor porcentaje promedio fue el Ib, con 23.86 y el mayor para VI, con 52.72, de tal manera que para los tratamientos con 30% de harina de Manihot sp, rastrojo de maíz y sorgo molido fueron los más bajos. Luego los de menor concentración, de estos mismos subproductos. Los de cáscara de limón y piña fueron superiores en ambas concentraciones, no encontrándose diferencias significativas entre ellos. El tratamiento VI fue el más alto, por razones

obvias (Ver Cuadro 9).

- La proteína verdadera, representada por el nitrógeno total menos el no proteico y amoniacal, se presenta un poco diferente a los resultados dados para proteína cruda. Aparecen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) siendo los tratamientos IIIa y VI distintos entre si y con todos los demás. El valor mínimo encontrado fue de 1.94% y el máximo de 43.91%. El silo con menor porcentaje promedio fue el IVa con 11.46 y mayor para VI con 39.95 (Ver Cuadro 10).
- La lisina disponible, representa la calidad de la proteína, presentando en nuestras muestras diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); siendo distintos a los demás, los tratamientos IIb, VI, IIIa. El valor mínimo encontrado fue de 0.41 para IIb y el máximo de 2.06 para IIIa. El silo con menor porcentaje promedio fue el Ib, con 0.70 y con mayor el IIIa, con 1.81. La muestra IVa, aparece con 1.1% superior a otros tratamientos que tuvieron mayor porcentaje de proteína verdadera, lo cual indica que a pesar de haber sido el más bajo en proteína verdadera, la calidad de ésta, fue superior (Ver Cuadro 11).
- El nitrógeno amoniacal presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) y siendo diferentes a todos los demás, los tratamientos IVa y IVb constituyendo un 14.9 y 15.0% del nitrógeno total, porcentaje ligeramente superior al reportado por McCullough (1978) para una fermentación deseada, establecido en un 9-11% del nitrógeno total. El valor mínimo reportado fue de 0.12 para V y máximo de 1.82 para IVb. Los silos con menor porcentaje promedio fueron el IIIa y V, con 0.19 y mayor el IVb, con 1.23 (Ver Cuadro 12).
- El contenido de minerales presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo diferentes entre si y con todos los demás, el V y IVb. El valor mínimo encontrado corresponde al V, con 9.5 y el máximo al IVb, con 26.70. El silo con más bajo porcentaje prome-

dio fue el V con 9.96 y el de mayor el VI, con 22.54. En términos generales, puede decirse que a mayor porcentaje de subproducto agrícola, menor cantidad de minerales totales, por la elevada cantidad de estos, en los subproductos pesqueros (Ver Cuadro 13).

- La grasa cruda presentó diferencias ( $P < 0.05$ ), siendo el IVb distinto a todos los demás tratamientos. El valor mínimo reportado fue de 4.20%, y el máximo de 11.70%. El silo con menor porcentaje promedio fue el Ib, con 4.34 y mayor el IVb, con 11.24. La variación de grasa fue en cuanto al tipo de subproducto agrícola empleado y no a la concentración de éste, en el caso de harina de Manihot sp. y rastrojo de maíz, que a mayor concentración de subproducto agrícola menor cantidad de grasa, lo cual se explica por la elevada cantidad de grasa del subproducto pesquero (Ver Cuadro 1), con cáscara de limón que el caso contrario, por el aporte de grasa de éste, siendo mayor para IIb; ambos silos con cáscara de piña, fueron altos en grasa, aun más que el VI, debido seguramente a la elevada cantidad de ceras que se encuentra en estos (ácidos grasos saturados) (Ver Cuadro 14).

- En la fibra cruda solo se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los tratamientos IIa y IIb encontrándose distintos entre si y con todos los demás por la gran cantidad de fibra con que cuenta el rastrojo de maíz. El valor mínimo reportado fue de 0.0, y máximo de 22.70%. El silo con menor porcentaje promedio fue el VI, con 0.20 y el de mayor el IIb con 19.30 (Ver Cuadro 15).

- El extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) representa a los carbohidratos solubles. Presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo los tratamientos Ia, Ib y V distintos entre si y a todos los demás. El valor mínimo reportado fue de 14.10% y máximo de 60.7%. El silo con menor porcentaje promedio fue el VI, con 14.92 y mayor el V, con 57.08%. Varió de acuerdo al subproducto agrícola, presentándose siempre más alto a mayor concentración y solo en la cáscara de piña ocurrió lo contrario coincidiendo con el



grado de fermentación (Ver Cuadro 16).

- La digestibilidad en pepsina presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo el tratamiento Ib distinto a todos los demás. El valor mínimo reportado fue de 85.03% y un máximo de 100.0%. El silo con menor porcentaje promedio fue el Ib, con 88.34 y el de mayor, el VI con 97.36%. Puede decirse que fue alto en todos los casos, aún para el Ib (Ver Cuadro 17).
  
- En todos los casos se llevó a cabo una fermentación heteroláctica, por la producción de diversos ácidos grasos volátiles, además del ácido láctico. Dicha fermentación es considerada según el índice de Fleig (McCullough, 1978), para determinación de la calidad de la fermentación en cuanto al porcentaje de ácidos producidos, estableciendo valores de 0 a 100, encontrando en nuestras muestras los siguientes valores: Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIb, IVa y V entre 99.6 y 86.8. El IVb con 58.4 y VI 22.0, a causa de la producción de ácido butírico como resultado de que las bacterias lácticas en la primera etapa de fermentación no hayan reducido en forma suficiente el pH, y bacterias del género Clostridium spp, continuaron su actividad formando ácido butírico a partir del láctico (Ver Cuadro 18).

## V.2. Tablas de análisis estadístico.

CUADRO 1. COMPOSICION PROXIMAL DE LOS INGREDIENTES<sup>1</sup>.

	Humedad %	Proteína cruda % <sup>2</sup>	Miñerales % <sup>2</sup>	Grasa Cruda % <sup>2</sup>	Fibra Cruda % <sup>2</sup>	Extracto libre de N. % <sup>2</sup>
Subproducto pesquero	73	36.6	10.1	10.1	06	31.8
Harina de <u>Manihot</u> sp <sup>1</sup>	9.7	3.9	8.9	0.9	3.3	83.0
Rastrojo de maiz <sup>1</sup>	12.8	4.4	9.1	1.2	29.9	54.4
Cáscara de limón <sup>1</sup>	68.5	2.5	2.3	1.7	6.9	18.1
Cáscara de piña <sup>1</sup>	13.9	8.1	3.5	1.3	23.2	68.4
Sorgo <sup>1</sup>	11.1	10.0	3.1	3.5	3.2	79.7

1. Tomados de Tejada, I. 1980.

2. Base seca.

CUADRO 2. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DE pH DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTO	MEDIA $\pm$ D. E.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%
I a	4.638 $\pm$ 0.2 <sup>ab</sup>	4.30	4.85	4.37 a 4.89
I b	4.830 $\pm$ 0.2 <sup>bc</sup>	4.60	5.10	4.53 a 5.07
II a	4.996 $\pm$ 0.3 <sup>c</sup>	4.63	5.40	4.61 a 5.37
II b	4.754 $\pm$ 0.1 <sup>abc</sup>	4.65	4.85	4.64 a 4.66
III a	4.562 $\pm$ 0.1 <sup>ab</sup>	4.48	4.85	4.36 a 4.76
III b	4.664 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup>	4.60	4.72	4.60 a 4.72
IV a	5.480 $\pm$ 0.3 <sup>d</sup>	5.15	5.85	5.11 a 5.84
IV b	6.184 $\pm$ 0.2 <sup>e</sup>	5.90	6.52	5.87 a 6.48
V	4.484 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	4.40	4.60	4.35 a 4.61
VI	6.360 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	6.25	6.50	6.21 a 6.50

(a,b,c,d,e) cifras con letra distinta son significativamente diferentes (  $p < 0.05$  )

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 3. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE ETANOL (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTOS	MEDIA <sup>±</sup>	D. E.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a	0.84 <sup>±</sup>	0.8 <sup>ab</sup>	0.0	1.72	-0.13	a	1.82
I b	1.05 <sup>±</sup>	0.6 <sup>ab</sup>	0.25	1.93	0.29	a	1.80
II a	2.54 <sup>±</sup>	1.1 <sup>ab</sup>	0.83	3.82	1.20	a	3.88
II b	1.55 <sup>±</sup>	0.8 <sup>ab</sup>	0.68	2.49	0.59	a	2.51
III a	0.74 <sup>±</sup>	0.3 <sup>ab</sup>	0.43	1.17	0.36	a	1.12
III b	3.45 <sup>±</sup>	1.0 <sup>b</sup>	2.20	4.90	2.23	a	4.66
IV a	0.83 <sup>±</sup>	0.8 <sup>ab</sup>	0.0	1.72	-0.22	a	1.88
IV b	3.07 <sup>±</sup>	4.2 <sup>ab</sup>	0.0	7.82	-2.15	a	8.30
V	0.05 <sup>±</sup>	0.0 <sup>a</sup>	0.02	0.08	0.02	a	0.08
VI	1.28 <sup>±</sup>	0.4 <sup>ab</sup>	0.60	1.78	0.74	a	1.82

(a,b) Cifras con letras distintas son significativamente diferente (  $P < 0.05$  )

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 4. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE ACIDO ACETICO (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTOS	MEDIA	$\pm$	D. E.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a	0.54	$\pm$	0.9 <sup>a</sup>	0.0	2.20	-0.63	a	1.71
I b	0.50	$\pm$	0.2 <sup>a</sup>	0.20	0.74	0.17	a	0.84
II a	1.42	$\pm$	0.4 <sup>ab</sup>	0.95	2.00	0.91	a	1.94
II b	1.42	$\pm$	0.6 <sup>ab</sup>	0.84	2.40	0.69	a	2.15
III a	0.89	$\pm$	0.8 <sup>a</sup>	0.0	2.00	-0.11	a	1.88
III b	2.72	$\pm$	1.0 <sup>bc</sup>	1.67	4.21	1.46	a	4.01
IV a	3.82	$\pm$	0.9 <sup>c</sup>	2.38	4.85	2.70	a	4.93
IV b	5.33	$\pm$	2.65 <sup>d</sup>	2.73	9.73	2.04	a	8.62
V	0.71	$\pm$	0.6 <sup>a</sup>	0.28	1.85	0.08	a	1.51
VI	0.0	$\pm$	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0

(a,b,c,d) Cifras con distintas letras son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 5. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALOS DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE ACIDO PROPIONICO (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTOS	MEDIA	±	D. E.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a.	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
I b	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
II a	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
II b	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
III a	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
III b	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
IV a	0.10	±	0.15 <sup>a</sup>	0.0	0.34	-0.09	a	0.29
IV b	0.17	±	0.24 <sup>a</sup>	0.0	0.54	-0.14	a	0.47
V	0.24	±	0.54 <sup>a</sup>	0.0	1.2	-0.43	a	0.92
VI	0.32	±	0.36 <sup>a</sup>	0.0	0.87	-0.12	a	0.77

(a) Cifras con letras distintas son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ )

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 6. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE ACIDO BUTIRICO (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTOS	MEDIA	±	D. E.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
I b	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
II a	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
II b	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
III a	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
III b	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
IV a	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
IV b	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0
V	0.45	±	1.01 <sup>a</sup>	0.0	2.27	-0.81	a	1.71
VI	4.30	±	2.84 <sup>b</sup>	0.0	7.71	0.78	a	7.83

(a, b) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes (  $P < 0.0005$  ).

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 7. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE ACIDO LACTICO (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTOS	MEDIA	±	D. E.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DEL CONFIANZA AL 95%		
I a	7.50	±	0.74 <sup>cd</sup>	6.73	8.44	6.57	a	8.43
I b	6.25	±	2.4 <sup>bc</sup>	3.39	9.32	3.25	a	9.24
II a	7.33	±	1.28 <sup>cd</sup>	5.95	8.77	5.74	a	8.93
II b	6.09	±	1.43 <sup>bc</sup>	4.48	8.27	4.31	a	7.87
III a	9.89	±	2.11 <sup>de</sup>	6.26	11.47	7.26	a	12.5
III b	12.03	±	2.89 <sup>e</sup>	9.46	16.76	8.44	a	15.63
IV a	10.48	±	1.42 <sup>e</sup>	9.17	12.77	8.72	a	12.24
IV b	3.89	±	1.78 <sup>b</sup>	1.78	6.45	1.68	a	6.1
V	5.39	±	1.82 <sup>bc</sup>	2.78	7.34	3.12	a	7.66
VI	0.0	±	0.0 <sup>a</sup>	0.0	0.0	0.0	a	0.0

(a,b,c,d,e) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

1) Promedio de 5 repeticiones.



CUADRO 8. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTOS	MEDIA	±	D. E.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a	46.7	±	3.9 <sup>ab</sup>	42.0	50.5	41.78	a	51.62
I b	43.1	±	0.9 <sup>a</sup>	42.0	44.0	41.99	a	44.21
II a	56.6	±	2.9 <sup>c</sup>	52.0	60.0	52.91	a	60.28
II b	50.7	±	1.72 <sup>b</sup>	48.0	52.0	48.57	a	52.83
III a	64.0	±	2.4 <sup>d</sup>	62.0	68.0	60.96	a	67.04
III b	75.8	±	4.7 <sup>g</sup>	72.0	84.0	69.95	a	81.65
IV a	69.4	±	4.1 <sup>ef</sup>	65.0	76.0	64.23	a	74.56
IV b	72.6	±	4.5 <sup>fg</sup>	69.0	80.0	66.94	a	78.26
V	43.4	±	2.2 <sup>a</sup>	40.0	46.0	40.68	a	46.12
VI	66.0	±	3.4 <sup>de</sup>	61.0	70.0	61.79	a	70.21

(a,b,c,d,e,f,g) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 9. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MINIMO, MAXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTO	MEDIA $\pm$ D.E.	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a	32.70 $\pm$ 1.2 <sup>b</sup>	31.00	33.90	31.17	a	34.22
I b	23.86 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	22.50	24.90	22.39	a	25.32
II a	33.98 $\pm$ 5.1 <sup>b</sup>	27.60	39.60	27.56	a	40.39
II b	27.60 $\pm$ 4.3 <sup>a</sup>	22.10	31.90	22.27	a	32.93
III a	42.60 $\pm$ 4.6 <sup>c</sup>	36.80	48.00	36.82	a	48.38
III b	40.38 $\pm$ 3.3 <sup>c</sup>	37.50	46.00	36.24	a	44.52
IV a	42.40 $\pm$ 1.4 <sup>c</sup>	41.10	44.10	40.67	a	44.13
IV b	43.56 $\pm$ 3.0 <sup>c</sup>	39.50	47.90	39.77	a	47.35
V	24.76 $\pm$ 1.9 <sup>a</sup>	22.20	27.70	22.33	a	27.19
VI	52.72 $\pm$ 1.1 <sup>d</sup>	51.50	53.90	51.39	a	54.05

(a,b,c,d) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 10. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA VERDADERA (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTO	MEDIA	±	D. E.	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%	
I a	24.26	±	1.6 <sup>b</sup>	22.18	27.73	22.31	a 26.21
I b	15.75	±	2.2 <sup>ab</sup>	13.68	19.19	12.99	a 18.50
II a	22.38	±	4.6 <sup>b</sup>	17.08	29.25	16.63	a 28.13
II b	19.44	±	6.5 <sup>ab</sup>	11.65	28.60	11.32	a 27.56
III a	32.71	±	3.6 <sup>c</sup>	28.85	36.68	28.23	a 37.19
III b	20.59	±	8.9 <sup>ab</sup>	5.35	28.94	9.45	a 31.73
IV a	11.46	±	8.1 <sup>a</sup>	1.94	19.35	1.40	a 21.52
IV b	21.68	±	5.3 <sup>b</sup>	15.03	29.23	15.00	a 28.35
V	19.09	±	3.3 <sup>ab</sup>	14.66	23.64	15.02	a 23.16
VI	39.95	±	2.5 <sup>c</sup>	37.84	43.91	36.85	a 43.05

(a,b,c) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 11. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MÍNIMO, MÁXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE LISINA DISPONIBLE (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTO	M E D I A	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%
I a	0.93 ± 0.1 <sup>ab</sup>	0.80	1.01	0.80 a 1.05
I b	0.70 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.60	0.87	0.56 a 0.84
II a	0.93 ± 0.1 <sup>ab</sup>	0.76	1.03	0.80 a 1.06
II b	0.88 ± 0.3 <sup>ab</sup>	0.4	1.39	0.43 a 1.33
III a	1.81 ± 0.2 <sup>d</sup>	1.57	2.06	1.55 a 2.07
III b	1.69 ± 0.0 <sup>d</sup>	1.65	1.76	1.63 a 1.74
IV a	1.12 ± 0.0 <sup>bc</sup>	1.04	1.17	1.05 a 1.13
IV b	1.24 ± 0.1 <sup>c</sup>	1.11	1.48	1.05 a 1.43
V	0.73 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.64	0.90	0.61 a 0.86
VI	1.74 ± 0.1 <sup>d</sup>	1.60	1.92	1.58 a 1.90

(a,b,c,d) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ )

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 12. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MINIMO, MAXIMO Y NITROGENO AMONIAICAL COMO PORCIENTO DEL N TOTAL, DEL NITROGENO AMONIAICAL (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES

TRATAMIENTO	MEDIA	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	NITROGENO AMONIAICAL COMO PORCIENTO DEL N TOTAL
I a	0.23 $\pm$ 0.0 <sup>ab</sup>	0.20	0.26	4.40
I b	0.22 $\pm$ 0.0 <sup>ab</sup>	0.18	0.25	5.76
II a	0.32 $\pm$ 0.0 <sup>ab</sup>	0.25	0.38	5.88
II b	0.23 $\pm$ 0.0 <sup>ab</sup>	0.19	0.27	5.20
III a	0.19 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>	0.17	0.20	2.79
III b	0.46 $\pm$ 0.1 <sup>ab</sup>	0.34	0.70	7.12
IV a	1.19 $\pm$ 0.2 <sup>c</sup>	0.92	1.52	17.55
IV b	1.23 $\pm$ 0.3 <sup>c</sup>	0.91	1.82	17.65
V	0.19 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	0.12	0.28	4.80
VI	0.50 $\pm$ 0.1 <sup>i</sup>	0.38	0.66	5.92

(a,b,c) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes (P < 0.05).

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 13. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MINIMO, MAXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE MINERALES TO  
TALES (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTO	MEDIA $\pm$ D.E.	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a	20.16 $\pm$ 1.3 <sup>d</sup>	18.70	21.50	18.49	a	21.82
I b	18.06 $\pm$ 0.4 <sup>c</sup>	17.50	18.50	17.56	a	18.56
II a	16.92 $\pm$ 0.7 <sup>bc</sup>	16.00	17.90	16.07	a	17.77
II b	15.42 $\pm$ 1.9 <sup>b</sup>	13.90	18.70	13.03	a	17.81
III a	17.70 $\pm$ 2.1 <sup>c</sup>	14.20	19.50	15.08	a	20.32
III b	18.18 $\pm$ 1.2 <sup>c</sup>	17.20	20.20	16.67	a	19.69
IV a	21.60 $\pm$ 1.0 <sup>de</sup>	20.00	23.00	20.27	a	22.93
IV b	24.34 $\pm$ 1.8 <sup>f</sup>	22.40	26.70	22.04	a	26.64
V	9.96 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>	9.50	10.40	9.51	a	10.40
VI	22.54 $\pm$ 0.6 <sup>e</sup>	21.90	23.40	21.82	a	23.26

(a,b,c,d,e,f) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 14. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MINIMO, MAXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE GRASA CRUDA (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTO	MEDIA $\pm$ D.E.	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	INTERVALO DE VARIANZA AL 95%		
I a	5.70 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>	5.30	6.00	5.36	a	6.04
I b	4.34 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	4.20	4.60	4.13	a	4.55
II a	6.18 $\pm$ 1.3 <sup>bc</sup>	4.30	7.60	4.60	a	7.76
II b	4.96 $\pm$ 0.7 <sup>ab</sup>	4.30	5.80	4.10	a	5.81
III a	6.48 $\pm$ 0.4 <sup>bc</sup>	5.90	6.90	5.98	a	6.98
III b	7.98 $\pm$ 0.9 <sup>c</sup>	6.40	9.00	6.78	a	9.18
IV a	9.68 $\pm$ 1.2 <sup>d</sup>	7.90	11.30	8.17	a	11.19
IV b	11.24 $\pm$ 0.3 <sup>e</sup>	10.80	11.70	10.79	a	11.69
V	6.84 $\pm$ 2.3 <sup>bc</sup>	5.50	10.90	3.99	a	9.68
VI	9.62 $\pm$ 1.0 <sup>d</sup>	7.90	10.30	8.40	a	10.83

(a,b,c,d,e) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes (P < 0.05).

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 15. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MINIMO, MAXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE FIBRA CRUDA (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTO	MEDIA $\pm$ D.E.	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a	1.34 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	1.10	1.60	1.11	a	1.56
I b	3.06 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	2.50	3.40	2.56	a	3.55
II a	11.80 $\pm$ 5.0 <sup>b</sup>	3.10	15.40	5.55	a	18.04
II b	19.30 $\pm$ 2.8 <sup>c</sup>	15.50	22.70	15.83	a	22.76
III a	5.08 $\pm$ 5.1 <sup>a</sup>	2.10	14.20	-1.27	a	11.43
III b	3.54 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	1.80	4.90	1.99	a	5.09
IV a	1.68 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>	0.90	3.30	0.45	a	2.90
IV b	1.58 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>	0.50	2.60	0.51	a	2.64
V	1.36 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	0.40	1.80	0.67	a	2.05
VI	0.20 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	0.00	1.00	-0.35	a	0.75

(a,b,c) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

1) Promedio de 5 repeticiones.



CUADRO 16. VALOR PROMEDIO<sup>1</sup>, MINIMO, MAXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DEL CONTENIDO DE EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO (g/100 g) DE LOS MICROENSILAJES.

TRATAMIENTO	MEDIA $\pm$ D.E.	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	INTERVALO DE VARIANZA AL 95%		
I a	40.10 $\pm$ 1.5 <sup>d</sup>	38.90	42.80	38.15	a	42.04
I b	50.76 $\pm$ 1.3 <sup>e</sup>	49.60	52.20	49.12	a	52.40
II a	31.10 $\pm$ 9.9 <sup>c</sup>	23.40	47.80	18.80	a	43.39
II b	31.52 $\pm$ 6.3 <sup>c</sup>	23.60	40.40	23.67	a	39.37
III a	28.04 $\pm$ 4.2 <sup>c</sup>	23.00	33.90	22.78	a	33.30
III b	29.92 $\pm$ 3.3 <sup>c</sup>	25.00	32.40	25.85	a	33.98
IV a	24.44 $\pm$ 1.0 <sup>bc</sup>	23.30	26.10	23.16	a	25.72
IV b	19.28 $\pm$ 2.6 <sup>ab</sup>	15.80	21.80	16.05	a	22.50
V	57.08 $\pm$ 2.74 <sup>f</sup>	53.20	60.70	53.68	a	60.48
VI	14.92 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	14.10	16.20	13.77	a	16.07

(a,b,c,d,e,f) Cifras con letra distinta con significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 17. VALORES PROMEDIO<sup>1</sup>, MINIMO, MAXIMO E INTERVALO DE CONFIANZA DE LA DIGESTIBILIDAD EN PEP-SINA (g/100 g).

TRATAMIENTO	MEDIA $\pm$ D.E.	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		
I a	91.76 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	90.14	92.49	90.56	a	92.95
I b	88.34 $\pm$ 2.8 <sup>a</sup>	85.03	92.73	84.85	a	91.83
II a	92.82 $\pm$ 1.2 <sup>b</sup>	90.59	93.77	91.25	a	94.39
II b	91.40 $\pm$ 1.4	89.33	93.08	89.68	a	93.11
III a	92.83 $\pm$ 2.6 <sup>b</sup>	89.50	96.44	89.61	a	96.05
III b	96.09 $\pm$ 0.7 <sup>cd</sup>	95.23	97.21	95.17	a	96.99
IV a	93.88 $\pm$ 0.5 <sup>bc</sup>	93.08	94.29	93.28	a	94.48
IV b	91.81 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	91.12	93.16	90.67	a	92.96
V	93.24 $\pm$ 2.3 <sup>b</sup>	89.21	95.17	90.34	a	96.14
VI	97.36 $\pm$ 2.4 <sup>d</sup>	94.33	100.00	94.37	a	100.34

(a,b,c,d) Cifras con letra distinta son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

1) Promedio de 5 repeticiones.

CUADRO 18. INDICE DE FLEIG<sup>1</sup> PARA DETERMINACION DE LA CALIDAD DE FERMENTACION (LIMITES DE 0-100)

TRATAMIENTO	INDICE	TRATAMIENTO	INDICE
I a	99.2 $\pm$ 1.8	I b	99.6 $\pm$ 0.9
II a	98.8 $\pm$ 1.0	II b	97.6 $\pm$ 2.2
III a	99.6 $\pm$ 0.9	III b	97.4 $\pm$ 2.6
IV a	90.8 $\pm$ 3.3	IV b	58.4 $\pm$ 4.1
V	86.8 $\pm$ 29.5	VI	22.0 $\pm$ 26.8

1) McCollough, M.E., 1978.

## VI. DISCUSION .

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que el tipo de subproducto agrícola y la concentración empleada tuvo efecto sobre el tipo de fermentación que se desarrolló durante el ensilaje. En los valores de pH se observaron diferencias significativas entre los subproductos agrícolas y concentración adicionada, debido probablemente a diferencias en la composición química del subproducto, como se puede apreciar en el Cuadro 1; esta diferencia en la composición, presumiblemente altera la relación carbono-nitrógeno del material por ensilar, cambiando las condiciones para la fermentación (McCullough, 1977).

En general los valores de pH obtenidos son ligeramente altos para lo sugerido como óptimo, 3.5 a 4.3 (De Alba, 1971). Sin embargo, los niveles de ácido láctico obtenidos son altos de acuerdo a lo descrito por De Alba (1971) siendo de 5 a 6%. En los ensilajes con piña (60+30+10) y pescado sin subproducto agrícola, los valores de pH fueron altos, lo que indica una deficiente fermentación láctica, comprobado con el reducido contenido de éste (3.8 y 0%). Además el contenido de ácido acético del ensilaje con piña fue el más alto (5.33%), indicando una fermentación acética.

Los contenidos de etanol más altos, se observaron en los ensilaje IIIb (cáscara de limón 60+30+10) y IVb (cáscara de piña 60+30+10) con 3.45 y 3.07%, respectivamente, debido quizá a que los niveles de azúcares fácilmente fermentables son altos en estos subproductos. Sin embargo, no son solamente los azúcares de las cáscaras de limón y piña, los responsables de la producción de etanol, ya que el contenido de éste, en los ensilajes de rastrojo y pescado sin subproductos, son todavía altos, debido quizá a la melaza adicionada, la cual con frecuencia se contamina con levaduras productoras de alcohol (Viana y Shimada, 1978), aunque en el ensilaje con sorgo, la producción fue muy pequeña. La producción de alcohol en un ensilaje constituye una desventaja ya que es inhibidor del

apetito, dando como resultado un bajo consumo de alimento (Viana y Shima da, 1978).

La producción de ácidos láctico, acético, propiónico y butírico ha sido utilizada como índice de calidad de un ensilaje, por diversos autores (McCullough, 1977), de ahí que su determinación sea importante en su evaluación nutritiva. En este estudio se observó que los ensilajes de cáscara de piña fueron los que mostraron el contenido más alto de ácido acético. No se observó efecto por el nivel de subproducto agrícola en los ensilajes de yuca, rastrojo de maíz ( $P > 0.05$ ); sin embargo, los que contenían cáscara de limón y piña, si lo mostraron, debido probablemente a la composición de los azúcares de estos subproductos. En el ensilaje sin subproducto agrícola no se produjo, debido probablemente a la escasez de carbohidratos. El ácido propiónico se obtuvo únicamente en los ensilajes de piña, sorgo y subproducto pesquero solo, sin embargo no se observaron diferencias significativas entre todos los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Ácido butírico se produjo en los ensilajes de sorgo y sin subproducto agrícola; en este último ensilaje, el contenido de ácido butírico fue alto (4.30 g/100 g), confirmando la suposición de que se había desarrollado una mala fermentación láctica.

En el contenido de ácido láctico, se observaron diferencias entre tratamientos ( $P < 0.05$ ); siendo mayor el contenido en los ensilajes de cáscara de limón en ambos niveles y el de piña (70+30+10). En todos los ensilajes, a excepción del que no contenía subproducto agrícola, los niveles de ácido láctico son altos para lo descrito por De Alba (1971).

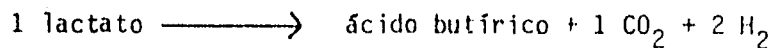
El análisis proximal de los ensilajes reveló diferencias en los contenidos de humedad, proteína cruda, minerales totales, grasa cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. Estas diferencias probablemente son debidas a la diferente composición química de los subproductos agrícolas, la concentración empleada de ellos en el ensilaje, el tipo de fermentación que se desarrolló, etc. Se observaron diferencias en el contenido de humedad; a medida que se aumenta el subproducto agrícola,

la humedad se incrementa en los ensilajes de cáscara de limón y piña; sin embargo, en los de yuca y rastrojo de maíz, la situación fue contraria - debido al escaso contenido de humedad de estos subproductos agrícolas.

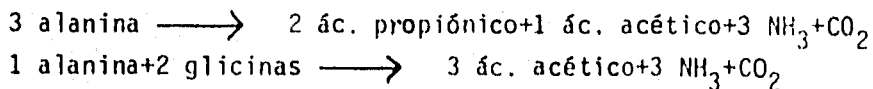
El contenido de proteína cruda, como era de esperarse, cambió con respecto al nivel de subproducto pesquero empleado. Aunque en el ensilaje con cáscara de piña el nivel fue prácticamente el mismo en ambos niveles. La proteína verdadera ( $\% \text{ Nitrógeno total} - \% \text{ Nitrógeno no proteico} \times 6.25$ ), mostró diferencias entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), y también estuvo relacionada la concentración de Faca empleada; sin embargo, en el ensilaje con cáscara de piña (70+20+10), el contenido de proteína verdadera fue menor, quizá debido a que el valor mínimo de proteína verdadera en este ensilaje, fue menor al observado en los otros ensilajes, reduciendo el promedio observado. La producción de nitrógeno amoniacal, como resultado de la destrucción de proteína, ha sido usado durante mucho tiempo como un indicador de putrefacción en carnes y pescados (Pearson, 1970). El análisis de nitrógeno amoniacal en ensilajes se utiliza para determinar la presencia de amonio ( $\text{NH}_3$ ), como resultado de rompimiento de proteínas durante el ensilaje, o por adición de sales de amonio. En este estudio no se observaron diferencias entre los ensilajes de yuca, rastrojo de maíz y cáscara de limón ( $P > 0.05$ ). En los ensilajes con piña se obtuvieron los niveles más altos, 1.19 y 1.23, lo que podría indicar que este subproducto es rico en bases volátiles, o que durante la fermentación se produjo el amonio. El nitrógeno amoniacal, como porcentaje del nitrógeno total, en estos ensilajes de piña, fue de 17.55 y 17.65% lo que de acuerdo a lo sugerido por Nillson (1956) es alto para un buen ensilaje, y esto podría repercutir en su aceptación.

El contenido de lisina disponible (lisina, que contiene libre el grupo epsilon amino), fue mayor en los ensilajes con cáscara de limón, sin subproducto agrícola y con cáscara de piña. Los resultados obtenidos en la cantidad y calidad de la proteína de los ensilajes muestran una relación entre la cantidad de proteína verdadera y el contenido de lisina disponible. A mayor cantidad de proteína verdadera, mayor cantidad de lisina disponible. En el ensilaje sin subproducto agrícola, a

pesar del alto contenido de proteína total y verdadera no mostró el nivel más alto de lisina disponible, lo que hace suponer que la fermentación - que se llevó a cabo fue del tipo butírico o clostridea, en el que hay - destrucción de proteína. McCullough (1977) propone que en este tipo de fermentación el ácido láctico es convertido a ácido butírico, lo que resulta en una pérdida de la materia seca del producto de 51% y de energía del 18%, como se muestra en la siguiente ecuación química.



Las siguientes ecuaciones indican otras vías metabólicas que se observan en fermentaciones por clostridios, son la producción de ácidos acético y propiónico, a partir de la degradación de proteína.



Las fermentaciones por clostridios generalmente se establecen cuando el medio no se acidifica con suficiente rapidez o hay cantidad insuficiente de ácido.

El contenido de lisina disponible de los ensilajes con yuca, rastrojo de maíz y sorgo, es bajo para el esperado por el nivel de Faca empleado, pues si suponemos que ésta deba contener entre 2.56 y -- 3.08% de lisina disponible, los ensilajes de 70%, deberían contener entre 1.79 y 2.16.

La digestibilidad en pepsina de harinas de carne y pescado está descrita en literatura especializada como un método para estimar su composición (A.O.A.C., 1980) en la fabricación de las harinas de carne, se utilizan trozos de carne y pequeños huesos, los cuales son molidos y deshidratados; sin embargo, con propósitos de fraude se adicionan más huesos de lo debido, cueros y pezuñas, los cuales lógicamente van a tener un menor valor nutritivo que el músculo de la carne. Siendo la pepsina una endopeptidasa, su acción sobre algunas globulinas es limitada; de es

ta manera se tiene que la acción de la pepsina sobre la queratina de pezuñas y cueros es pequeña, por lo que si incubamos una harina de carne adulterada con una solución de pepsina, el valor obtenido será inferior al de las harinas con mayor proporción de músculo. En el caso de las harinas de pescado es frecuente que se usen proporciones mayores de colas, aletas, tejidos queratinizados no digeridos por la pepsina.

En este estudio se midió la digestibilidad en pepsina como un medio de estimación del valor nutritivo de la proteína. Se observaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), obteniéndose el valor más alto con el ensilaje sin subproducto agrícola, y el menor en el ensilaje con yuca (60+30+10). Los resultados en esta prueba indican que la digestibilidad de la proteína de todos los ensilajes es alta, y aparentemente de buena calidad.

El contenido de minerales totales mostró que a niveles mayores de subproducto pesquero, más alta es la cantidad de minerales totales, debido probablemente a que en la Faca es mayor (Ver Cuadro 1), con excepción del ensilaje de piña que señala un porcentaje mayor en el nivel de 60+30+10.

La grasa cruda, o extracto etéreo, señala diferencias en los tratamientos ( $P < 0.05$ ); siendo mayor el contenido en los ensilajes con piña. La grasa cruda es la mezcla obtenida por extracción de la muestra con éter etílico o de petróleo. En esta extracción se obtienen además de grasas y aceites propiamente, ceras, pigmentos y otras sustancias solubles en el disolvente empleado. En el caso de los ensilajes de piña el extracto etéreo tan alto, podría ser debido a las ceras y pigmentos contenidos en la cáscara de piña.

Se da el nombre de fibra cruda a una mezcla heterogénea de carbohidratos (celulosa y hemicelulosa) y otros materiales (lignina) esencialmente no digeribles por los animales de estómago simple (cerdos y pollos). El porcentaje de fibra cruda en los ensilajes con yuca, limón, piña y sorgo, son muy bajos, no detectándose diferencias significativas



entre tratamientos ( $P > 0,05$ ) observándose los porcentajes más altos en los ensilajes con sorgo. Este mismo mostró un contenido mayor de extracto libre de nitrógeno, mayor aún, que la yuca a pesar de que esta última tiene, según indica el análisis proximal (Cuadro 1), un porcentaje mayor de extracto libre de nitrógeno, debido probablemente a diferencias en la composición de los almidones y otros azúcares.

El interés por estimar el valor nutritivo de los ensilajes ha hecho que diferentes autores desarrollen esquemas de análisis químicos que predigan con cierto grado de seguridad este valor. Gordon *et al.* - (1964), compararon el valor *in vitro* de ensilajes de "Orchard grass" con algunas determinaciones químicas y encontró que el contenido de materia seca y ácido láctico están positivamente relacionados con el consumo voluntario de vacas lecheras. Estos mismos autores determinaron que el 64% de las variaciones en el consumo de materia seca estaba dada por el porcentaje de materia seca, ácido butírico y ácido láctico en el ensilaje. - Breirem y Ulvesli (1954), propusieron los siguientes valores como medida de buena fermentación durante el ensilaje:

1. pH máximo de 4.2.
2. Acido láctico 1.5-2.5 (g/100 g).
3. Acido acético 0.5-0.8 (g/100 g).
4. Acido butírico preferiblemente abajo de 0.1 (g/100 g).
5. Nitrógeno amoniacal en % del nitrógeno total, no mayor de 5-8.

Nilsson (1956) usó únicamente el contenido de ácido butírico y nitrógeno amoniacal como porcentaje del nitrógeno total como indicadores de calidad de ensilajes y los clasificó en cinco grupos de la siguiente manera:

Calidad	Nitrógeno amoniacal como % del N total	% Ac. butírico
Muy buena	<12.5	<0.10
Buena	12.6 - 15.0	0.11 - 0.20
Medio	15.1 - 17.5	0.21 - 0.30
Malo	17.6 - 20.0	0.31 - 0.40
Muy malo	>20.1	>0.40

Por su parte Fleig, 1938, propuso una clasificación para ensilajes, basada en el contenido de ácidos acético, butírico y láctico. Aunque este esquema se basó en la determinación de los ácidos por destilación, McCullough (1978), lo considera válido para otros métodos analíticos. El sistema de Fleig consiste en calcular el valor relativo para cada ácido; de la suma de éstos, calcula los puntos Fleig de valores asignados, como se indica en la Tabla siguiente:

Acido	Por ciento de ácidos totales, calculados de los porcentajes en peso	Puntos de Fleig
Láctico	0 - 20.0	0
	20.1 - 25.0	0
	25.1 - 30.0	2
	30.1 - 34.0	4
	34.1 - 38.0	6
	38.1 - 42.0	8
	42.1 - 46.0	10
	46.1 - 50.0	12
	50.1 - 54.0	14
	54.1 - 58.0	16
	58.1 - 62.0	18
	62.1 - 66.0	20
	66.1 - 70.0	24
	70.1 - 75.0	28
> 75	30	
Acético	0 - 15.0	20
	15.1 - 20.0	18
	20.1 - 24.0	16
	24.1 - 28.0	13
	28.1 - 32.0	10
	32.1 - 36.0	7
	36.1 - 40.0	4
	40.1 - 45.0	2
	45.1 - 50.0	0
> 50.1	0	

Butírico	0 - 1.5	50
	1.6 - 3.0	30
	3.1 - 4.0	20
	4.1 - 6.0	15
	6.1 - 8.0	10
	8.1 - 10.0	9
	10.1 - 12.0	8
	12.1 - 14.0	7
	14.1 - 16.0	6
	16.1 - 18.0	4
	18.1 - 20.0	2
	20.1 - 25.0	0
	25.1 - 30.0	0
	31.1 - 40.0	- 5
	> 40.0	-10

---

Al aplicar estos factores y calcular el índice de Fleig - para los ensilajes estudiados, obtenemos los valores indicados en el Cuadro 18. Estos resultados muestran que de acuerdo a la clasificación de Fleig, los ensilajes con yuca, rastrojo de maíz y cáscara de limón son de muy buena calidad, ya que alcanzan valores entre 99.6 y 97.6, entre los límites de 0-100. Los ensilajes de piña (70+20+10) y sorgo son de buena calidad, y los de piña (60+30+10) y sin subproducto agrícola están entre mediana y baja calidad.

## VII. CONCLUSIONES .

- El tipo de subproducto agrícola utilizado en este trabajo, así como el nivel empleado de éste, tiene efecto sobre el tipo de fermentación desarrollado.
- En los ensilajes con cáscara de piña y sin subproducto agrícola se obtuvo un pH alto, indicando una deficiente fermentación, comprobado con la reducida cantidad de ácido láctico producido en éstos.
- Se observó que la producción de etanol fue alta en los silos IIIb - (cáscara de limón 60+30+10) y IVb (cáscara de piña 60+30+10), pudiendo traer como resultado un bajo consumo de alimento.
- Los silos con cáscara de limón y piña fueron diferentes a los demás, en cuanto a la producción de ácidos láctico, acético, propiónico y butírico.
- El ensilaje sin subproducto agrícola no presentó una buena fermentación, dado probablemente a la escasez de carbohidratos, lo cual favorece una fermentación butírica en la que hay destrucción de proteína; hecho confirmado por la reducida cantidad de lisina disponible.
- La digestibilidad en pepsina de todos los ensilajes es alta, lo cual indica que se trata de proteína de buena calidad.
- Tomando en cuenta el índice de Fleig, dado para determinar calidad de fermentación, los ensilajes con yuca, rastrojo de maíz y cáscara de limón son de muy buena calidad, los de cáscara de piña (70+20+10) y sorgo, son de buena calidad y los de cáscara de piña (60+30+10) y sin subproducto agrícola están entre mediana y baja calidad.
- Puede decirse que los ensilajes con harina de yuca (Manihot sp.), -

rastrajo de maíz molido, sorgo molido y cáscara de limón, en ambos niveles, se encuentran dentro de los límites fijados, como alimentos - de buena calidad, haciendo necesaria la búsqueda de otros porcentajes en el empleo de cáscara de piña, encontrando la relación carbono-nitrógeno adecuada, para una buena fermentación.

- La utilización de subproductos de la fauna de acompañamiento del camarón, con subproductos agrícolas, son en general, una buena alternativa para preparar alimento para animales, ya que el empleo de los subproductos de la Fauna mediante ensilaje, sin adición de desperdicios agrícolas, o con un exceso de estos, no producen una buena fermentación que propicie la aceptación del alimento por los animales - domésticos.

Por lo que concluimos que la utilización del desperdicio agrícola como aditivo a los subproductos de la fauna de acompañamiento dependerá de la disponibilidad de ambos en el área litoral de trabajo.

## VIII. L I T E R A T U R A C I T A D A .

- Aguilera, G.R. y P.B. O'Donovan, 1975, Algunas características bioquímicas de la pulpa cítrica ensilada con diferentes niveles de miel y bagazo de caña de azúcar. Rev. Cubana Cienc. Agric., Cuba, 9:357-366.
- Backhoff, H., 1976, Some Chemical Changes in fish silage. J. Food Tech., U.S.A., 11:353-363.
- Becker, R.B. and P.T. Dix-Arnold, 1951, Citrus Pulp in Dairy Rations. - University of Florida. Circular S-40, U.S.A., 6 p.
- Beltrán, B.L., 1974, Contribución al estudio químico biológico para estimar el valor nutritivo de harinas de pescado. Tesis de Licenciatura para la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, México.
- Breirem K. and O. Ulvesl, 1954, Meld Norg-Landhr Hogsk, 34:373-479 (Cita do por Ma. Cullough, 1978).
- Cuarón, J.A., J.E. Espinoza, A.S. Shimada y L. Martínez, 1978, Engorda de rumiantes en el altiplano con el uso de gallinaza y esquilmos agrícolas, Téc. Pec. México, p. 149-153.
- Carrera, C., E. Donnadieu, O. Encinas, G. Gutiérrez, A. Pérez y F.J. Recio, 1967, La pulpa de naranja deshidratada en la nutrición del ganado bovino, ITESM, Monterrey, México, 32 pp.
- Chapa, H., 1968, Estudio de la Fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California. Reporte de viaje. Inst. Nal. Invest. Biol. Pes. S.I.C., México.
- Chapa, H., 1975, Breve estudio comparativo de la pesquería del camarón en altamar en Mazatlán (1953-1973), Memorias del I Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica, México, p. 25-56.
- Chapa, H., 1976, La fauna acompañante del camarón como un índice de Mono pesca. Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de camarones. SIC/INIP. Tomo 1, Guaymas, Son., México.
- Chávez, H. y J. Arvizu, 1972, Estudio de los recursos demersales del Golfo de California, 1968-1969. III Fauna de acompañamiento del camarón

- (peces finos y basura). Memorias del IV Congreso Nal. de Oceanografía, México, p. 361-378.
- De Alba, J., 1971, Alimentación del Ganado en América Latina, Ed. Fournier, S.A., México, 458 pp.
- Erwin, E.S., G.J. Marco and E.M. Emery, 1961, Volatiles fatty acid analysis of blood and rumen fluids by gas chromatography. J. of Dairy Sci., 44:1768-1771.
- Fleig, O., 1938, A key for the evaluation of Silage samples. Futterbau - Garfutterber, 1:112-128 (Citado por McCullough, 1978).
- Gordon Ch., J.C. Derbyshire, H.G. Wiseman and W.C. Jacobson, 1964, Variations in initial compositions of orchardgrass as related to silage composition and feeding value. J. Dairy Sci., 46:987-992. (Citado por McCullough, 1978).
- Grande, J.M. y M.L. Díaz, 1979, Situación actual y perspectivas de utilización de la Fauna de acompañamiento del camarón. Serie Tec. Departamento de Pesca, México, p. 1-40.
- Green, J.M., 1979, Obtención de pasta de pescado como materia prima para la elaboración de embutidos. Memorias de la Reunión Nal. para el Aprovechamiento de la Fauna, México.
- Horowitz, W., 1980, Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. 13 Ed., U.S.A., 1018 pp.
- Jacobs, M., 1965, The Chemical Analysis of Food and Foods products. D. Van Nostrand Co., U.S.A., 970 pp.
- Luscombe, J., 1973, Feeding fish silage. Farming supplement, U.S.A., p. 61-63.
- Malo, A., 1979, Nueva Red selectora. Téc. Pez. Méx., México, 140:14-17.
- McCullough, M.E., 1977, Factor influencing the net energy content of silages. World Res. of An. Production, U.S.A., 2(13):83-87.
- McCullough, M.E., 1977, Silage and silage fermentation. Feedstuffs, p. 49-51.

- McCullough, M.E., 1978, Fermentation of silage a review, Grants in aid Committee, NFIA, Iowa, U.S.A., p. 1-115.
- Moya, R., 1979, Un cálculo realista. Téc. Pes., México, 140-18-21.
- Muller, Z.O., 1978, Posibilidades de los residuos del ananás en la alimentación del ganado bovino. Rev. Mund. Zoot., 25:25-29.
- Navarro, L., 1979, Alimentos elaborados de la Fauna de acompañamiento del camarón. Memorias de la Reunión Nal para el Aprovechamiento de la Fauna, México.
- Nilsson, R., 1956, Quoted in Herbage Abstracts. 30:1-8 (Citado por McCullough, 1978).
- O'Donovan, P.B., M.C. Chen, P.K. Lee, 1972, Conservation methods and feeding value for ruminants of pineapple bran mixtures. Trop. Agric. U.S.A. 2(49):1351-141.
- O'Donovan, P.B., 1975, Posibilidades para alimentación del ganado con subproductos en zonas tropicales. Rev. Mund. Zoot., 13:32-37, U.S.A.
- Ousterhout, L.E., E.M. Wood, 1970, Poult. Sci., U.S.A., 49:1423.
- Pearson, D., 1970, The Chemical Analysis of Foods, Chemical Publishing Company, New York, U.S.A.
- Productos Pesqueros Mexicanos, 1979, Industrialización de la Fauna de acompañamiento. Memorias de la Reunión Nal. para el Aprovechamiento de la Fauna, México.
- Raa, J., A. Gildberg, 1976, Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. J. Fd. Technol., U.S.A., 11:619-628.
- Rodríguez, V., 1979, El uso de la pulpa deshidratada de naranja como fuente de energía para la producción de leche. El Campo. 1032:3-20, México.
- Rosales, J.F., 1967, Fauna que acompaña al camarón comercial de alta mar en la costa de Sinaloa, Méx. Tesis de Licenciatura en la Fac. de Biología de la U.A.N.L., México.
- Satapathy, N., B.L. Amla and K.V.L. Venkatesh, 1967, Comparative laboratory study of ensilation of pineapple tops and leaves. Reprint from Indian Food Packer, India, Vol. XXI, No. 6.



- Smith, P., 1977, An evaluation of liquid fish as a protein source for fattening pigs. Expl. Husb., 32, 34-41.
- Soto, R., N. Corona, 1973, Fauna de Acompañamiento. Téc. Pes., p. 30-31.
- Stanley, R.W., 1962, Pellet pineapple hay for Dairy Cattle. Hawaii Farm Science, 3(2):1-3.
- Tatterson, I.N., M.L. Windsor, 1974, Fish silage. Torry Res. Station, 64: 1-6.
- Tejada, I., J.M. Berruecos, H. Merino, 1980, Análisis Bromatológico de Alimentos empleados como ingredientes en Nutrición Animal, Téc. Pec. Méx., México, 38:31-67.
- Viana, M.T., 1981, Una nueva alternativa para la obtención de alimentos a partir de subproductos pesqueros. Memorias II Congreso Nacional de la A.M.E.N.A., Veracruz, México.
- Viana, M., A. Shimada, F.M. Calderón, 1978, Manipulación de la Fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. Téc. Pec. Méx., México, 35:48-55.
- Windsor, M.L., 1970, Fish p-otein concentrate. Torry Research Station, 39:1-10, U.S.A.
- Wirakadikusumah, S., 1969, The effect of fish silage on the quality of Hen eggs and meat of broilers. Lantbrukshogskolans annaller, 35:823-835.
- Wirakadikusumah, S., 1971, Antimicrobial properties of lactic acid bacteria isolate from fish silage. Swedish J. Agric. Res., 1:225-227.
- Wirakadikusumah, S., 1972, Development of Lactic Acid Bacteria during Early Stages of Fermentation in Fish Silage. Arch. Mikrobiol., 82: 95-100.

## T A B L A S

	Pág.
1. Frecuencia de especies de la Faca, correspondientes a los grupos estudiados. Costas de Sinaloa, 1964-1966 (Rosales, 1967).	3
2. Composición de los tratamientos experimentales.	15

## C U A D R O S

1. Composición proximal de los ingredientes (Tejada, 1980).	22
2. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza de pH de los microensilajes.	23
3. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de etanol (g/100 g) de los microensilajes.	24
4. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de ácido acético (g/100 g) de los microensilajes.	25
5. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de ácido propiónico (g/100 g) de los microensilajes.	26
6. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de ácido butírico (g/100 g) de los microensilajes.	27
7. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de ácido butírico (g/100 g) de los microensilajes.	28
8. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de humedad (g/100 g) de los microensilajes.	29
9. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de proteína cruda (g/100 g) de los microensilajes.	30
10. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de proteína verdadera (g/100 g) de los microensilajes.	31
11. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de lisina disponible (g/100 g) de los microensilajes.	32
12. Valores promedio, mínimo, máximo y nitrógeno amoniacal como por ciento del N total, del nitrógeno amoniacal (g/100 g) de los microensilajes.	33
13. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del - contenido de minerales totales (g/100 g) de los microensilajes.	34

14. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del con  
tenido de grasa cruda (g/100 g) de los microensilajes. 35
15. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del con  
tenido de fibra cruda (g/100 g) de los microensilajes. 36
16. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del con  
tenido de extracto libre de nitrógeno (g/100 g) de los microensi-  
lajes. 37
17. Valores promedio, mínimo, máximo e intervalo de confianza del con  
tenido de proteína digestible en pepsina (g/100 g) de los microen-  
silajes. 38
18. Índice de Fleig para determinación de la calidad de fermentación  
(límites de 0-100). 39

Quiero agradecer en forma muy especial, a los M. en C. Irma Tejada y Juan Luis Cifuentes, por su gran apoyo y ayuda en la elaboración de esta tesis, así como a Ma. Fernanda Ruiz, Jorge Llorente y Pilar - Torres, por sus consejos en la revisión del trabajo.

También quiero dar las gracias a Alberto Burquez, - cuya aportación fue fundamental para el desarrollo de este trabajo, así como a las Quím. Francisca Robledo y Refugio Velasco, al Q.F.B. Jorge Gómez, quienes de alguna forma me prestaron su ayuda para la realización de la tesis.