

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

ESTUDIO DEL POTENCIAL DE UTILIZACIÓN DE ENSILADOS BIOLÓGICOS
DE SUBPRODUCTOS DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA DEL SUR DE
SINALOA, EN LA ALIMENTACIÓN DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus*
vannamei (Boone, 1931) Y TILAPIA *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758).

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS EN EL AREA
PESQUERA

PRESENTA

Milton Spanopoulos Hernández

Director: Dr. Jesús Trinidad Ponce Palafox

Codirectora: Dra. Crisantema Hernández González

Asesor: Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca

Tepic, Nayarit, Noviembre de 2011

CONTENIDO

RESUMEN.	1
SUMMARY	3
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
ABREVIATURAS	xiii
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN GENERAL	4
1.1 La producción pesquera y la acuicultura en México	5
• Un poco de historia y estadística.	
• Situación de la pesca y la acuicultura en México.	
1.2 La harina y el aceite de pescado.	10
1.3 La harina de soya.	12
1.4 La alimentación y alimentos en la acuicultura.	14
1.5 Los ensilados de subproductos pesqueros y acuícolas.	17
1.6 Los subproductos de sierra como materia prima para la producción de ensilados.	19
1.7 Los subproductos de camarón de cultivo como materia prima para la producción de ensilados.	20
1.8 Hipótesis.	22
1.9 Objetivo.	22
CAPITULO 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA:	24
Introducción.	24

2.1 Los ensilados-	25
2.2 Principios del proceso de ensilaje.	27
2.3 Microbiología de los ensilados.	29
2.4 Elaboración de ensilados de productos pesqueros y acuícolas.	31
• -Los peces como sustrato.	
• -Elaboración de ensilados biológicos de productos pesqueros y acuícolas.	
• -Proceso de fermentación.	
• -Autólisis.	
• -Estabilidad de los ensilados.	
2.5 Características y calidad bioquímica de los ensilados.	38
2.6 Secado de los ensilados.	40
2.7 Empleo de los ensilados en dietas para acuicultura.	42
2.8 Requerimientos de alimentación de camarón y tilapia.	46
CAPITULO 3. DISPONIBILIDAD DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA PESCA Y ACUÍCULTURA EN EL SUR DE SINALOA.	50
Introducción	50
3.1Objetivos.	51
3.2Antecedentes.	52
3.3 Descripción del área de estudio.	53
• Ríos y cuerpos de agua del Sur de Sinaloa	
• Lagunas Costeras en el Sur de Sinaloa	
• Comunicaciones.	

• Vegetación	
3.4 Materiales y métodos.	60
3.5 Resultados y discusión.	60
• Los sistemas de cultivo de camarón en la Zona Sur de Sinaloa	
3.5.1. Infraestructura y aspectos de la biotecnia del cultivo de camarón en la Zona Sur de Sinaloa.	62
3.5.2 Los sistemas de cultivo de tilapia en la zona Sur de Sinaloa.	69
3.5.3 La pesquería artesanal de peces marinos comerciales del Sur de Sinaloa y los subproductos generados.	72
3.5.4 El procesamiento y los subproductos de la actividad pesquera y acuicola en el Sur de Sinaloa.	75
3.5.5 Disponibilidad de los subproductos de la pesca y la acuicultura.	78
• El procesamiento y los subproductos de la actividad pesquera y acuicola en el Sur de Sinaloa.	
CAPITULO 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ENSILADOS.	81
Introducción.	81
4.1 Objetivos.	85
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS.	85
4.2.1 Preparación de los ensilados.	85
• Ensilado de subproductos de atún y tilapia.	
• -Ensilado de subproductos de sierra.	
- Ensilados de cabeza de camarón.	
• - Evaluación física del ensilado.	
4.2.2 Métodos analíticos.	91

<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de pH y acidez total. • -Composición química proximal. <ul style="list-style-type: none"> - Cuantificación de histamina. • - Identificación y cuantificación de aminoácidos. 	
4.2.3 Métodos bacteriológicos.	92
4.3. Análisis estadístico.	94
4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	94
4.4.1 Efecto de la melaza en la fermentación de subproductos de atún y tilapia.	
4.4.2 Ensilados en subproductos de sierra.	98
4.4.3 Ensilados en cabeza de camarón.	100
4.4.4 Caracterización física de los ensilados.	104
4.4.5. Composición proximal.	105
<ul style="list-style-type: none"> • -Composición proximal en subproductos de atún y tilapia. • -Composición proximal en subproductos de sierra. • -Composición proximal en cabeza de camarón. 	
4.4.6 Histamina en ensilados de sierra	117
4.4.7. Microbiología de los ensilados.	119
<ul style="list-style-type: none"> • -Calidad microbiológica de los subproductos de atún y tilapia. <ul style="list-style-type: none"> - Calidad microbiológica de los subproductos de sierra. • - Calidad microbiológica de cabeza de camarón. 	
CAPITULO 5. DIETAS CON ENSILADOS BIOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO EN JUVENILES DE CAMARON.	127

Introducción.	127
5.1. Objetivos.	129
5.2. Materiales y métodos.	129
5.2.1 Preparación de las dietas con ensilado de sierra.	129
5.2.2 Elaboración de las dietas experimentales.	131
5.2.3 Hidro-estabilidad de las dietas.	132
5.2.4. Evaluación proximal de las dietas elaboradas.	132
5.3.1 Diseño experimental.	132
5.3.2 Sistema experimental.	133
5.3.3 Aclimatación de los organismos.	133
5.3.4 Alimentación, variables ambientales y biometrías.	134
5.3.5 Evaluación de crecimiento en camarón blanco <i>L. vannamei</i> .	135
• Tasa de Crecimiento Específica (TCE).	
• Factor de conversión Alimenticia (FCA).	
• Tasa de Eficiencia Proteica (TEP).	
• Utilización de proteína neta aparente (UPNA).	
• Supervivencia.	
5.3.6 Identificación y cuantificación de aminoácidos.	136
5.3.7 Análisis estadístico.	137
5.3.8 Análisis de costos.	137
5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	137
5.4.1 Dietas experimentales.	137
5.4.2 Variables ambientales.	143

5.4.3 Crecimiento y conversión alimenticia.	144
5.4.4 Utilización de Proteína en camarón blanco <i>L. vannamei</i> . Inclusión de ensilado en las dietas.	146
5.4.5 Identificación y cuantificación de aminoácidos.	152
5.4.6 Evaluación de costos de la alimentación de camarones.	153
CAPITULO 6. DIETAS CON ENSILADOS BIOLOGICOS Y EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO EN JUVENILES DE TILAPIA.	156
Introducción.	156
6.1. Objetivos.	157
6.2. Materiales y métodos.	157
6.2.1 Preparación de las dietas con ensilado de cabeza de camarón.	157
6.2.2 Elaboración de las dietas experimentales.	158
6.2.3 Hidro-estabilidad de las dietas.	159
6.2.4 Evaluación proximal de las dietas elaboradas.	159
6.3.1 Diseño experimental.	160
6.3.2 Sistema experimental.	160
6.3.3 Aclimatación de los organismos.	161
6.3.4 Alimentación, toma de variables ambientales y biometrías.	161
6.3.5 Evaluación de crecimiento en tilapia <i>O. niloticus</i> .	162
• Tasa de Crecimiento Especifica (TCE):	
• Factor de conversión Alimenticia (FCA)	
• Eficiencia alimenticia (EA).	
• Tasa de Eficiencia Proteica (TEP).	

<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de proteína neta aparente (UPNA). • Supervivencia. 	
6.3.6 Identificación y cuantificación de aminoácidos	164
6.3.7 Análisis estadístico.	164
6.3.8 Análisis de costos.	164
6.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	165
6.4.1 Dietas experimentales.	165
6.4.2 Variables ambientales.	169
6.4.3 Crecimiento y conversión alimenticia.	170
6.4.4 Utilización de Proteína en tilapia <i>O. niloticus</i> .	173
Inclusión de ensilado en las dietas.	
6.4.5 Identificación y cuantificación de aminoácidos.	178
6.4.6 Evaluación de costos de la alimentación de Tilapia.	180
CAPITULO 7 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ENSILADOS.	184
7.1 Empleo de los ensilados y aspectos económicos.	185
7. 2. Modelo de producción de ensilados y costos en México.	188
CAPITULO 8. DISCUSION GENERAL	189
<ul style="list-style-type: none"> • Efecto de los carbohidratos en los ensilados biológicos. • Composición química de los ensilados. • Crecimiento y empleo de la proteína 	

CAPITULO 9. CONCLUSIONES.	197
LITERATURA CITADA	201
ANEXOS	230

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1	47
Tabla 2.2	47
Tabla 2.3	48
Tabla 2.4	49
Tabla 3.1	54
Tabla 3.2	56
Tabla 3.3	64
Tabla 3.4a	65
Tabla 3.4b	65
Tabla 3.4c	66
Tabla 3.4d	67
Tabla 3.5	69
Tabla 3.6	71
Tabla 3.7	74
Tabla 3.8	80
Tabla 4.1	91
Tabla 4.2	98
Tabla 4.3	105
Tabla 4.4	106
Tabla 4.5	109
Tabla 4.6	113

Tabla 4.7	120
Tabla 4.8	122
Tabla 4.9	124
Tabla 5.1	131
Tabla 5.2	139
Tabla 5.3	140
Tabla 5.4	144
Tabla 5.5	145
Tabla 5.6	147
Tabla 5.7	152
Tabla 5.8	155
Tabla 6.1	158
Tabla 6.2	166
Tabla 6.3	168
Tabla 6.4	170
Tabla 6.5	172
Tabla 6.6	175
Tabla 6.7	179
Tabla 6.8	181
Tabla 8.1	192
Tabla 8.2	193
Tabla 8.3	194

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	52
Figura 3.2	53
Figura 3.3	55
Figura 3.4	72
Figura 3.5	75
Figura 3.6	77
Figura 3.7	79
Figura 4.1	87
Figura 4.2	88
Figura 4.3	90
Figura 4.4a	96
Figura 4.4b	96
Figura 4.5a	97
Figura 4.5b	97
Figura 4.6a	99
Figura 4.6b	99
Figura 4.7a	101
Figura 4.7b	101
Figura 4.8	118
Figura 4.9	123
Figura 4.10	125

Figura 5.1	146
Figura 5.2	146
Figura 5.3	151
Figura 6.1	172
Figura 6.2	173
Figura 6.3	178

ABREVIATURAS

AAE - Amino ácidos esenciales

AGPI – Ácidos Grasos Poli Insaturados

ARPCC - Análisis de Riesgos y Puntos de Control Crítico.

AOAC - Asociación oficial de químicos analíticos.

AT – Acidez total

ATB - Ácido tiorbarbitúrico.

BAC – Bacterias ácido-lácticas

BVT - Bases volátiles totales

CESASIN – Comité de Sanidad Acuicola de Sinaloa

CHO Carbohidratos totales

CMC – carboxi-metil celulosa

CONAPESCA – Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura

DHA - Docosahexanoico

EPA - eicosapentanoico

FAO – Food agriculture organization

FCA – Factor de conversión alimenticia

FDA - Administración de Drogas y Alimentos de los EEUU.

FIHSIN - Fondo de infraestructura Hidráulica de Sinaloa

HP – Harina de pescado.

HS – Harina de soya

IERAL - Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana

INEGI – Instituto Nacional de Estudios en Geografía e Informática

INP – Instituto Nacional de Pesca
MS – Materia seca.
NMP – Número más Probable.
NPN – Nitrógeno no-proteico.
NRC – National Research Council
NVT – Nitrogeno Volátil Total
PIB – Producto Interno Bruto
PMS – Pérdida de materia seca
PN – Proteína neta
p/p - Peso/peso
SAGARPA – Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Acuicultura
TCE – Tasa de crecimiento específico
TEP – Tasa de eficiencia proteica
TMA – Trimetil Amina.
UFC – Unidades Formadoras de Colonias
UPNA – Utilización de proteína neta aparente
VA – Valor de Anisidina.
VP – Valor de Peróxidos.
v/p - volumen/peso

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Dr. Jesus T. Ponce Palafox, por la confianza en mi trabajo, la dirección de este trabajo y los buenos ratos de convivencia. Gracias

A la Dra. Crisantema Hernández González por todo su apoyo en asesorías, su desinteresado apoyo con los materiales y el ánimo para continuar

Al Dr. Sergio Castillo Vargasmachuca por creer en mi trabajo, pero sobre todo en mi persona.

A todo el personal de la Universidad Autónoma de Nayarit por su apoyo incondicional.

Al CIAD Mazatlán por facilitar las instalaciones. Gracias

A todos los estudiantes del IT-MAZ que juntos emprendimos esta titánica labor. Gracias.

Agradezco a la Dirección de Educación Superior Tecnológica por los apoyos para desarrollar este trabajo y el apoyo financiero a través del PROMEP.

A la Dirección del ITMAZ por todo el apoyo en las gestiones y el permiso para lograr concluir con éxito esta meta.

A todas la personas que de una u otra manera participaron en que se lograra esta aventura académica.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue la caracterización química de los subproductos de la pesca y la acuicultura con potencial para su empleo en la alimentación de especies de importancia comercial en la región como son el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y la tilapia *Oreochromis niloticus*. Se evaluó la disponibilidad, utilización integral y potencial de los subproductos de la pesca y la acuicultura en la Zona Sur del Estado de Sinaloa considerando los procesos que sigue un producto pesquero a través de las actividades de producción, transformación e intercambio hasta llegar al consumidor final. Se elaboraron y aplicaron cuestionarios dirigidos a las granjas de cultivo de tilapia y camarón a plantas procesadoras y los centros de comercialización de pescados marinos de Mazatlán Sinaloa con lo que se obtuvo un inventario actualizado de las unidades de producción acuícola y de las actividades del procesamiento de productos de la pesca en el Sur de Sinaloa, para conformar una base de datos que apoyara la caracterización y empleo de los subproductos de actividades pesqueras acuícolas e industriales determinando que los desechos del fileteado de la pesca artesanal, y la cabeza de camarón de granja en el Sur de Sinaloa son los subproductos con mayor disponibilidad y que se generarán desechos del fileteado de tilapia por el crecimiento de este cultivo en la región. La caracterización química y microbiológica de este material y su ensilado biológico se realizó en subproducto de atún, tilapia, sierra y cabeza de camarón los que tuvieron la calidad nutritiva y condiciones microbiológicas suficiente para emplearse como insumos de proteína y lípidos en dietas para especies acuícolas. Se evaluaron dietas con inclusión de ensilado de sierra y de cabeza de camarón en camarón y tilapia respectivamente obteniendo que el desempeño en el crecimiento de camarón y tilapia no se afectó con inclusiones de hasta el 10 y el 15 % respectivamente. El factor de conversión del alimento es mejor en las dietas con menor porcentaje de inclusión de ensilado con relación al

aprovechamiento del alimento de una dieta comercial y la utilización de proteína en este estudio podrían atribuirse al manejo en la alimentación durante el experimento relacionado con un régimen fijo de alimentos que pudo sobrestimar el suministro y que tasa de supervivencia durante los bioensayos de 71 al 97% en ambos bioensayos no fue un factor relevante, pues la mortalidad se debió al manejo de los sistemas experimentales y no a las dietas con inclusión de ensilado.

SUMMARY

The objective of this work was the chemical characterization to fisheries and aquaculture byproducts with potential for use as feed in commercial species such as white shrimp *Litopenaeus vannamei* and tilapia *Oreochromis niloticus*. We assessed the availability, utilization and potential of byproducts of fisheries and aquaculture in the South Zone of Sinaloa considering the processes that a fishery product through the production, transformation and exchange up to the final consumer. Make instruments were developed and applied to farm tilapia and shrimp, processing plants and marketing centers in Mazatlan Sinaloa obtained an updated inventory of aquaculture production units and processing activities fishery products in south of Sinaloa to form a database to support the characterization and use of byproducts of aquaculture and industrial fisheries by identifying the filleting waste from fishing, and the head of shrimp farm in southern Sinaloa are the most available products and waste will be generated tilapia filleting the growth of this crop in the region. The chemical and microbiological characterization of this material and its biological silage was made in by-product of tuna, tilapia, shrimp head and saw those who had high nutritional quality and good microbiological conditions for use as input protein and lipid in diets for aquaculture species. Were evaluated including silage diets saw and shrimp head in shrimp and tilapia respectively obtaining the growth performance of shrimp and tilapia was not affected with inclusions of up to 10 and 15% respectively. The conversion factor is better in the diets with the lowest percentage to inclusion of silage in relation to the use of a commercial diet feed and protein utilization In this study could be attributed to food handling during the experiment related to a scheme fixed food supply might overestimate the survival rate and bioassays for 71 to 97% in both bioassays was not a relevant factor for mortality due to handling and experimental systems to diets including silage.

CAPITULO 1 INTRODUCCION GENERAL

En la actualidad la producción mundial de los recursos pesqueros por captura se encuentran contraídos y la producción mundial por acuicultura es la única que ha tenido un crecimiento importante en la producción pesquera. Para el 2008 la FAO (2010a) presenta cifras de la tasa de crecimiento de la acuicultura mundial con un 8.8 por ciento anual desde 1970, mientras que la pesca de captura ha crecido solamente a razón del 1.2 por ciento y los sistemas de producción de carne de cría en tierra han crecido un 2.8 por ciento. por lo que la acuicultura es la actividad que aporta el diferencial de alimentos a la población mundial que se ha incrementado y que de acuerdo a la misma fuente de FAO, crece con una tasa promedio del 1.7%.

La acuicultura se practica desde hace varios siglos en diferentes partes del mundo, y aún no ha alcanzado los límites de su desarrollo. Muchos países están enfocados en optimizar la producción e incrementar las utilidades. Uno de los problemas centrales en la acuicultura es el desarrollo de dietas prácticas tanto para las larvas como en los juveniles con el fin de mejorar el crecimiento y la tasa de sobrevivencia el desarrollo de alimentos mejores y la eficiencia en el empleo de las mismas. La producción de peces de grandes tallas no es la única razón para incrementar la demanda, lo es también una mejora importante en los costos de producción.

Hasta ahora la producción indirecta de alimentos para la humanidad depende de la fabricación de la harina de pescado proveniente de la producción marina ya que se emplea en la producción de alimentos balanceados para el consumo animal.

El empleo de los productos pesqueros para el consumo humano directo e indirecto (caso Asia y el Pacifico) destina el 25 % de la captura a la alimentación animal y solamente el 1.5 % al uso directo para el consumo

humano y el 28 % de la alimentación humana retorna via la Acuicultura (FAO 2010b). De acuerdo a esta misma fuente, el 75 % de la producción mundial en 2004 se destinó al consumo humano y el 25 % restante a la harina y aceite de pescado para la fabricación de alimentos balanceados, sin embargo, la producción de harina de pescado ha tenido una reducción desde el año 2000 hasta los primeros meses del 2008, con el consecuente aumento en los precios debido al incremento en la demanda especialmente de china y el resto de los países Asiáticos.

Esta demanda de materia prima para la elaboración de harina de pescado y el empleo de las especies pesqueras de bajo valor comercial para alimento en la acuicultura ha incrementado la presión pesquera sobre los ya de por si degradados recursos, lo que plantea consecuencias de costo y beneficio sociales, económicos y ecológicos de este sistema en cuanto a su sostenibilidad y las tendencias futuras.

1.1 La producción pesquera y la acuicultura en México.

Un poco de Historia y estadística.

La pesca y la acuicultura son actividades de producción del llamado sector primario que por sus características muy particulares promueve el desarrollo de puestos de trabajo en el sector secundario (FAO, 2010b). En México estas actividades se han desarrollado desde la existencia del hombre como medio para obtener alimentos junto con la caza y desde luego la agricultura, es información destacada por Vilches (1980) que según informe de los cronistas, "existía mayor diversidad de especies en los litorales del Pacífico que en los del Atlántico".

La acuicultura en México tiene sus orígenes en la época prehispánica donde varias especies de organismos acuáticos eran cultivadas en cercos o tapos para la producción de alimento y otros fines (Barros y Buenrostro, 1999; Cházaro y Niembro, 2003). Es conocido que los Mayas alimentaban algunas especies de peje-lagarto y peje-sapo en cenotes para su mantenimiento y engorda (Palomo y Arriaga, 1993), y en la época de la colonia se dice que se engordaban *Chirostomas* (charales) en el centro del país.

La pesca y la acuicultura en México, podemos decir que nace oficialmente, con la participación directa del Estado en 1923, al crearse la Estación de Biología Marina del Golfo y la Dirección de Pesquerías. iniciándose en México, las tareas de investigación al promulgarse la primera Ley de Pesca en 1925 por el entonces Presidente Plutarco Elías Calles. En 1926 se establecen dos centros de estudios hidrobiológicos, uno en el Golfo y otro en el Pacífico "con una clara política de Estado de aprovechar y conservar los Recursos Marinos Nacionales" (Cifuentes-Lemus y Cupul-Magaña, 2002).

Situación de la pesca y la acuicultura en México.

De acuerdo a la FAO (2010b) para el 2008, México ocupó el lugar 15 por producción con 1' 588, 857 toneladas para peces, crustáceos y moluscos, entre otras especies, con un valor de \$531' 449, 000 dólares, ocupando el lugar 24 en el mundo. En la balanza comercial México, tuvo un super-habit, por importación y exportación de productos pesqueros de \$237' 640, 000 dólares en el 2008.

Finalmente, este reporte de la FAO señala que, en México en el 2008, la contribución al suministro de proteínas en la alimentación humana con peces y productos pesqueros es escasa ya que en el balance de alimentos el 3.8 % proviene del pescado. El peso vivo al momento de su captura fue de 1' 496,

002 toneladas de las cuales se destinó poco más del 23 % (346,181 toneladas) a usos no alimentarios para humanos de forma directa, y que la cantidad de pescado disponible para consumo humano fue de 1' 273,678 toneladas para una población, en ese periodo, de 107' 487,000 personas lo que establece un consumo per-cápita de 11.8 kg/año.

La población en México, de acuerdo al censo del 2010 (INEGI, 2010), asciende a 112' 322, 757 habitantes y de acuerdo a la Secretaría de Agricultura y Pesca para el 2009 (SAGARPA, 2010) la producción de la pesca para consumo humano directo fue de 1' 112, 370 toneladas de una producción total de productos de la pesca de 1' 768, 068 toneladas de las cuales se destinaron para consumo humano indirecto 649, 254 toneladas y la diferencia, se destinó a uso industrial como productos farmacéuticos y cosméticos, entre otros, estimándose un consumo aparente per-cápita en México de 12.27 kg/año en 2010

Para la FAO (2010b) el consumo mundial per cápita aparente de productos de la pesca y la acuicultura, fue de 17 kg en el 2008, lo que constituye un máximo histórico, y de ellos la acuicultura generó el 46 % del suministro total de pescado comestible, sin embargo los países desarrollados consumen más del 60 % del suministro de proteína animal, siendo menor el consumo de proteína en los países en vías de desarrollo.

La sobreexplotación de los recursos pesqueros y la mayor demanda de proteína de la población mundial, han planteado problemas al abastecimiento de la pesca de aguas naturales. Frente a una restricción de la oferta la atención se ha centrado en la acuicultura como un medio para atender la desnutrición en los países en desarrollo.

De acuerdo a la CONAPESCA (2010), en México las especies comercialmente explotables en aguas continentales y territoriales se dividen en 4 grupos:

1. especies pelágicas o masivas (atún, sardina, anchovetas)
2. especies demersales (huachinango, huachinango rojo, lisa, pargo, tiburón, cazón, peto, macarela reina)
3. crustáceos y moluscos (camarón, langosta, abulón, ostión, almeja, pulpo, caracol, pepino de mar, erizo)
4. especies de cría: mojarra, tilapia, carpa, trucha, bagre y langostino.

La producción por pesca en México tiene un valor económico, social y alimentario con fuertes impactos regionales en la que su elevado potencial de producción ha contribuido en la solución de problemas alimentarios y de generación de empleos. Esta actividad se realiza en tres áreas geográficas principales: 1) litoral del Pacífico; 2) litoral del Golfo y El Caribe; y 3) aguas continentales.

Cifras estimadas de 2008 muestran que en el litoral del Pacífico se realizó la captura del 79% del volumen de producción pesquera; en el litoral del Golfo y el Caribe se concentró alrededor del 19% del volumen y sólo 2% en aguas continentales. En 2008, cifras estimadas de la Comisión de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA, 2010) muestran que tres entidades federativas producen cerca del 60% del volumen de la pesca (Baja California Sur 10%, Sonora 35% y Sinaloa 14%) equivalente al 47% del valor total de la producción del sector. Ese mismo año en el Golfo de México se capturó alrededor del 19% del volumen que equivale al 30% de valor de la producción total. Dado que la actividad se concentra en gran manera en sólo unos cuantos estados, la evolución de la actividad tiene fuertes impactos regionales, por ejemplo, estimaciones señalan que en 2008 Sinaloa y Sonora por esta actividad aportaron al PIB estatal cerca del 4.5 y 2.7% respectivamente.

Por el volumen de su producción marítima y de acuicultura tradicionalmente algunas especies dominan como: sardina, túnidos y mojarra. No obstante, la tendencia de los últimos años ha mostrado un incremento sostenido en la producción del ostión y el camarón; datos estimados señalan que en 2008 la sardina alcanzó el 34% del volumen de producción en peso vivo, el camarón el 8.5%, la mojarra con 5%, el ostión 7% al igual que los túnidos y similares.

La acuicultura representa una alternativa reciente siendo una actividad que implica la producción controlada de organismos acuáticos como peces tanto de agua dulce como salobre y marina, mediante sistemas de diversa tecnologías, la cual necesariamente se va a ver limitada a corto plazo por la falta de recursos proteicos, lo que ocasionará que en muchos lugares del mundo no sea una actividad sostenible y rentable.

Actualmente, la acuicultura y actividades agropecuarias dependen del mismo suministro proteico producido de las actividad pesquera, pues basan su producción en la harina de pescado y en segundo término harinas de ensilados, vegetales, entre otras, compitiendo por la materia prima, que a su vez es utilizada para la alimentación humana (FAO, 2010b). En México, la acuicultura constituye un elemento de política para coadyuvar a la generación de ingresos en el ámbito rural y un esquema para garantizar la seguridad alimentaria ante el aumento constante de la población. Esta actividad se ha enfocado en el manejo de diversas especies de peces, moluscos y crustáceos, tanto nativos como introducidos: camarón, bagre, carpa, charal, langostino, lobina, mojarra, ostión y trucha, siendo el camarón, la mojarra, y el ostión las que destacan por su volumen y el camarón por su alto valor en el mercado (CONAPESCA, 2007). Hasta 2002 la producción total por acuicultura se mantuvo por debajo de 200,000 toneladas; sin embargo, cifras estimadas para el año 2006 señalan 249,050 toneladas en peso vivo, donde el camarón ocupó el primer lugar de producción con 99,944

toneladas y en segundo lugar la mojarra con 62.931 toneladas (CONAPESCA, 2007).

El reto que enfrenta México en el corto plazo, es el abasto de materias primas de calidad suficiente que soporten este ritmo de crecimiento, y la diversificación hacia otras especies para disminuir el riesgo que representa la camaronicultura (Berger, 2001).

1.2 La harina y el aceite de pescado.

Las harinas y aceites de pescado se obtienen de la naturaleza a través de la reducción de la pesca pelágica, y son la base de una línea de alimentos proteicos, que son las harinas de pescado y de una línea de productos grasos el aceite de pescado. Ambos productos son utilizados en la fabricación de alimentos balanceados para la nutrición animal, ya sea de productos acuícolas, de aves, de rumiantes, de cerdos y de animales domésticos.

La materia grasa de la harina de pescado y el mismo aceite de pescado contiene en su formulación ácidos grasos de cadena larga (hasta 22 átomos de carbono) con elevada insaturación (5 a 6 insaturaciones) y de conformación Omega 3. Los principales ácidos grasos de este tipo son el ácido eicosapentanoico (EPA) y el ácido docosahexanoico (DHA), ácidos grasos que no se encuentran presentes ni en los alimentos proteicos vegetales ni animales terrestres y que son indispensables para la conformación y formación del sistema nervioso central. Además el EPA actúa como elemento reforzador de los sistemas inmunológicos, protector del sistema cardio-vascular evitando infartos y también actúa como elemento anti infeccioso y anti inflamatorio. Todas estas propiedades serán de vital

importancia en los alimentos acuícolas así también de otros animales (Landines y Zambrano, 2009).

En la década de los 90s la producción de aceite de pescado, oscilo entre 1 a 1.3 millones de toneladas a nivel mundial. Estas producciones son pequeñas comparadas con la producción mundial de aceites y grasas vegetales que alcanzó 121 millones de toneladas. Así la generación de aceites de pescado representa solo el 1% respectivamente del total mundial de aceites y grasas (Landines y Zambrano, 2009).

En 2008 más del 30% de las capturas globales totales de origen marino que se emplearon para la obtención de harina y aceite de pescado. Pertenecían a un limitado número de especies marinas incluyendo la anchoveta (*Engraulis ringens*), el abadejo de Alaska (*Theragra chalcogramma*), el listado (*Katsuwonus pelamis*), el arenque del atlántico (*Clupea harengus*), la bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), la caballa (*Scomber japonicus*), el jurel (*Trachurus murphyi*), la anchoveta japonesa (*Engraulis japonica*), el pez sable (*Trichiurus lepturus*) y el atún aleta amarilla (*Neothunnus macropterus*). Se estima que el uso del aceite de pescado en acuicultura se incrementará de un 54% de la producción total mundial en el año 2000 a un 97% en el año 2010 (Zaldivar-Larraín, 2002).

Las harinas de pescado compiten con productos proteicos de origen animal, tales como la harina de carne y hueso, harina de sangre, harinas de plumas, etc. (Zaldivar-Larrain, 2002). Sin embargo las harinas de pescado tienen algunas ventajas sobre las otras materias primas por su alto contenido de proteínas (60 a 70%) cifra superior por ejemplo a la de las soyas (45-50 %), harinas de carne y hueso (50 a 55%) y son ricas en aminoácidos tales como la lisina, la metionina, la cistina y las cisteína.

En general la cantidad de captura anual de peces se mantiene estable, alrededor de 95 millones de toneladas, de las cuales aproximadamente 30

millones son utilizadas para fabricar harina y aceite de pescado. A pesar del explosivo desarrollo de la acuicultura en las últimas dos décadas, el uso de la harina de pescado no se ha incrementado sustancialmente. Esto se debe a que su cantidad en las dietas ha disminuido, ya que la tendencia actual es reemplazarla, en la medida de lo posible, por otras harinas como harina de carne, soya, gluten de maíz o trigo, por ejemplo (Tacon, 1995; Naylor et al., 2000).

La producción total de harina de pescado es de alrededor de 6 millones de toneladas/año, de las cuales 2 millones se utilizan en acuicultura, sin embargo Pike y Barlow (2003) y Hardy (2006) consideran que habrá un incremento en la utilización de harina de pescado en la fabricación de alimentos en acuicultura, en especial en los utilizados para peces ya que en las últimas dos décadas el uso de harina de pescado como ingrediente para alimento de animales acuáticos (peces y crustáceos) se ha incrementado notablemente.

Por el contrario Tacon y Forster (2000) predicen que el uso de la harina de pescado como ingrediente para alimentos en acuicultura descenderá de 2'190,000 de toneladas, utilizadas en el 2002, a 1'550,000 en el 2010. Esto se debe al incremento del precio de este ingrediente y la baja en el valor de mercado de los productos cultivados, lo que hará que la harina de pescado sea reemplazada por otros ingredientes de menor costo. En el mismo sentido, New (2003) sugiere que el uso de fuentes proteicas alternativas en alimentos para la cría de organismos acuáticos resultara en una menor inclusión de harina de pescado.

1.3 La harina de soya.

Las harinas de pescado compiten con productos proteicos vegetales derivados principalmente de semillas oleaginosas, como la soya, el girasol y la canola. La soya (*Glycine maxima*), es una leguminosa que ha sido reconocida desde años atrás como una excelente fuente de proteínas para la alimentación de muchas especies animales; también ha sido utilizada con éxito en la alimentación de organismos acuáticos. Las alternativas existentes con la soya y otras harinas vegetales como la harina de maíz y el salvado de arroz no han sido perfeccionadas de acuerdo con las necesidades de los peces. Se la emplea bajo distintas formas de manufactura y se aprovecha su aceite y las pastas residuales, ricas en proteínas, después de la obtención del aceite. La harina de soya es la proteína vegetal más utilizada en la acuicultura y la que se considera que tiene mayores posibilidades de sustituir a la harina de pescado como ingrediente en las dietas para cultivo de camarones (Lim et al., 1998; Hardy, 1999) por su alto contenido de proteínas (40 a 45%).

En 2010 la producción mundial de harina de soya superó los 260 millones de toneladas (www.asaga.org.ar). La FAO (2010b) reportó en ese año un valor de 350 dólares la tonelada de harina de soya y China ha sido sin duda el mercado más determinante del mundo para la soya en los últimos años ya que alrededor del 50 % de la producción mundial se consume en China y el resto se ha distribuido en los demás países del mundo (IERAL, 2011).

Sin embargo, la soya contiene factores anti nutricionales que afectan su valor nutricional y reducen la palatabilidad de los alimentos cuando se preparan con niveles altos de harina de soya (Tacon et al., 1983). Posee factores anti tripticos, anti quimo tripticos y anti vitaminas además de ácido fitico, lectina y factores goitrógenos. El tratamiento con calor destruye la mayor parte de estos antinutrientes. Hay otros factores que no se destruyen con el calor como las saponinas, taninos, estrógenos factores de flatulencia, lisinoalanina alérgenos y fitatos entre otros. Cada uno de estos factores debe ser

considerado en cuanto a sus propiedades bioquímicas, su significado nutricional y su efecto para cada especie animal (Liener, 1994). Otros factores termolábiles son los inhibidores de proteasas, lectinas goitrogénicas y anti vitaminas como son lipo oxigenasa que oxida y destruye los carotenos, anti vitamina B₁₂, anti vitamina D y anti vitamina E aunque no se conocen con exactitud los compuestos químicos causantes de los efectos. La soya también contiene compuestos alergénicos que se asocian con la fracción de carbohidratos. El calentamiento insuficiente no es recomendable porque se mantienen activos los factores anti nutricionales termolábiles: el sobrecalentamiento afecta el valor nutricional al disminuir la disponibilidad de la lisina. Las harinas de soya de color muy claro, por lo general, han tenido un tratamiento insuficiente con calor mientras que las de color oscuro están por lo general, sobrecalentadas (Pike y Hardy, 1997).

Tacon y Akiyama (1997) presentaron un compendio de los experimentos realizados con soya en diferentes sistemas de cultivo para la alimentación de camarones y el nivel de inclusión utilizado. Martínez Palacios et al. (1996) también informaron resultados de experimentos en los que se utilizó la soya procesada de formas diferentes como sustituto de harina de pescado y harina de calamar. Solamente los productos obtenidos del frijol de soya, tratados con calor, pueden ser utilizados en la acuicultura y es recomendable utilizar solamente las harinas procedentes de semillas descascaradas para reducir el nivel de fibra cruda en la dieta (Hertrampf y Pascual, 2000).

Los niveles de harina de soya en los alimentos comerciales para camarones por lo general se encuentran entre el 10 y el 25%; el nivel máximo no debe exceder el 40% (Akiyama, 1988).

1.4 La alimentación y los alimentos en la acuicultura.

México y los acuicultores están demandando cantidades cada vez mayores de harina de pescado. Sin embargo, dichas cantidades deben proceder de la pesca de captura y esta ha alcanzado sus límites. Si bien se prevé que la producción de harina y aceite de pescado continúe estable durante la próxima década, se espera que disminuya la proporción de uso de harina de pescado en el sector de producción animal y que aumente el empleo de aceite y proteínas de origen vegetal (SAGARPA, 2007b).

La industria fabricante de alimentos balanceados en México se ubica como la segunda en importancia en Latinoamérica y la sexta a nivel mundial. En 1989 se produjeron en México poco más 2.800 toneladas de alimento para camarón, más unas 1,300 toneladas para otras especies como trucha, tilapia y carpa mientras que la industria de alimentos balanceados para acuicultura registró un crecimiento del 150% en los últimos cinco años, sumando un valor total aproximado de 65 millones de dólares al cierre del 2003 (SAGARPA, 2007a).

El reto que enfrenta México en el corto plazo, es el abasto de materias primas de calidad suficiente que soporten este ritmo de crecimiento, y la diversificación hacia otras especies para disminuir el riesgo que representa la camaronicultura. Considerando que el abasto y la calidad de la harina de pescado en México no son constantes, quedando la opción de la importación de harinas de Perú, Chile o EE.UU.

La harina de pescado no es la única fuente de proteína animal. La industria Acuicola ha estado por mucho tiempo enfocada solamente a un número limitado de ingredientes. Esta situación ha creado una dependencia artificial de ingredientes, tales como la harina de pescado, soya y trigo. La opción es el empleo de fuentes no convencionales para la elaboración de alimento en acuicultura, como son los subproductos de las actividades pesqueras y

acuícolas que podrían reducir los costos de producción y podrían tener también un impacto positivo al ambiente.

Por otro lado, los productos de la pesca de "escaso valor comercial" son abundantes a nivel mundial ya que anualmente se cosecha de 7, 000 a 10, 000 toneladas de fauna acompañante de peces (principalmente) y crustáceos (en menor cantidad) de especies marinas, las mismas que no están siendo valorizadas. Este producto con mucho valor, actualmente está siendo utilizado en alimentación para cerdos, a un precio de 120 pesos/ton, muy abajo de su valor real que es de 500 a 800 USD/ton (FAO, 2010b).

La FAO (2010b) presenta información de la producción y la predicción del crecimiento de la acuicultura a nivel mundial del año 2000 al 2010 y será de 19'244,000 a 36'937,000 toneladas métricas y en particular establece que el crecimiento será del 7 % anual para tilapias y del 5 % anual para camarones.

Con la información obtenida de la FAO y de compañías productoras de alimentos Zaldivar-Larrain (2002) estima que la producción de alimento para peces y crustáceos en cautiverio se incrementará de 13,630 a 32,613 toneladas del 2000 al 2010, lo que significa un aumento de casi 2.4 veces la producción. Otro aspecto de los alimentos en acuicultura es que para su elaboración estos utilizarán más del 56 % de la producción mundial de harina de pescado en 2010 (Zaldivar-Larrain, 2002).

Para el aceite de pescado, donde el consumo de éste en acuicultura se incrementa de un 54% en el año 2000 a un 97% en el año 2010, significa prácticamente una demanda total del producto, lo que hace necesario buscar productos sustitutos que se complementen al uso del aceite de pescado (Zaldivar-Larrain, 2002).

Hasta el momento se han encontrado fuentes de proteínas alternas que permitan emplear menos harina de pescado, ya que se predice un

incremento de los costos de producción por la creciente demanda de harina de pescado en el mundo. En muchos países la harina de pescado alcanza precios muy altos si su producción es pequeña y dependen de la importación, limitando así la producción de proteína animal. Los precios y la disponibilidad de la harina de pescado se sujetan a la fluctuación de este producto en el mercado mundial, lo que demanda buscar otras fuentes de proteínas para alimentos en acuicultura que permita reducir los costos de producción.

Muchas actividades agrícolas y de las plantas de procesamiento de peces, aves y mamíferos en el mundo, generan subproductos de origen vegetal y animal que han sido considerados como un posible reemplazo para la harina de pescado en dietas de animales. Es necesario considerar que las plantas y algunos de sus subproductos contienen factores anti-nutricionales y carecen de algunos aminoácidos esenciales por lo que se requiere contar con procesos baratos que permitan que estos subproductos estén disponibles para la alimentación animal y que los subproductos no contengan compuestos tóxicos, preservarlos y mantener su valor nutritivo (Tacon y Jackson, 1985).

Una gran cantidad de subproductos tales como los residuos en los rastros ganaderos, de aves; subproductos de las granjas de aves, plantas procesadoras de vacunos, porcinos, ovinos, peces, camarones etc. Han creado problemas con su disposición ya que en México se emplea la quema, basureros municipales, arroyos que transportan estos subproductos sin tratar a los cuerpos de agua etc. La alternativa es que estos subproductos sean reciclados y procesados para recuperar proteínas, lípidos pigmentos, etc. empleando tecnologías de bajo costo (artesanales) que permitirán apoyar la producción acuícola.

1.5 Los ensilados de subproductos pesqueros y acuícolas.

El empleo de los subproductos de la pesca y la acuicultura se ha empleado en la fabricación de alimentos empleados en la acuicultura empleando técnicas que permitan preservar y mantener su valor nutritivo, estas son:

- (a) El ensilado químico (preservación con ácido) y la fermentación microbiana
- (b) Los hidrolizados de proteína empleando enzimas exógenas seleccionadas para hidrolizar las proteínas

En ambos casos se producen condiciones desfavorables para los microorganismos de la putrefacción pero se generan condiciones favorables para la actividad de las proteasas como es el pH bajo en el ensilado y altas temperaturas requeridas para el proceso de la hidrólisis (Fagbenro, 1994).

Los ensilados de pescado pueden producirse con subproductos y peces de bajo valor comercial sin embargo un ensilado de pescado se conservará en buenas condiciones a pH de 3 a 4 que es el pH óptimo para las pepsinas y catepsinas de los peces (Rustad, 2003). La fabricación de ensilados de pescado no es algo nuevo ya que desde los años 20 del siglo XX se desarrolló en Finlandia y fue un método empleado para evitar el desperdicio de pescado que resultaba del procesamiento de los productos para el consumo humano.

La industria acuícola genera gran cantidad de sub-productos de pescado. Cada kilo de pescado rinde solamente 30% de filetes lo que significa 7,000 ton de desecho de peces por cada 10,000 toneladas de peces cultivados, por lo que la valorización del gran potencial de este excelente material, debería ser tratado como una prioridad (Castillo, 2006; Ferraz de Arruda et. al., 2007).

El empleo de los subproductos de las industrias pesqueras, (cabeza, colas, huesos, piel, escamas o vísceras), mediante técnicas de ensilado (preservación de la materia orgánica) puede sustituir ingredientes, como la harina y el aceite de pescado (Córdova, et. al.1990; González y Marin, 2005). El empleo de estos subproductos apoyaría la política de preservación de ambiente limpio. El aprovechamiento de los subproductos se justifica por constituir cerca de la mitad del volumen de la producción mundial (FAO 2010b). Una forma más racional de utilizar el potencial pesquero es recuperando la parte que pueda transformarse en comestible y la búsqueda de nuevos mercados para productos como son los concentrados proteicos.

1.5.1 Los subproductos de sierra como materia prima para la producción de ensilados.

Una de las especies de pescado más abundantes y de mayor disponibilidad en México, específicamente en Sonora y Sinaloa, es la Sierra del Pacífico (*Scomberomorus sierra*) la cual es una especie migratoria nerítica epipelágica con un tamaño promedio de 25 cm, alcanzando hasta los 45 cm de longitud. Desova cerca de la costa por lo que puede ser capturada por embarcaciones grandes y pequeñas (INP, 2001). Este recurso se comercializa en fresco o congelado y es una importante fuente de subproductos, mismos que podrían ser utilizados como materia prima para la elaboración de ensilado biológico.

La Sierra del Pacífico (*Scomberomorus sierra*), es una especie de pescado disponible la mayor parte del año, siendo la décimo primera especie marina más capturada en México con 12,000 toneladas (7000 en el Pacífico y 5000 Golfo de México) y con un precio en el mercado de más de 13 millones de pesos. En el 2007 el estado de Sinaloa obtuvo el tercer lugar nacional en captura de sierra con 1,373 toneladas (SAGARPA, 2007a). Las principales

formas en las que es consumida es fresca eviscerada, destacando el empleo de la pulpa para la elaboración de ceviche, por lo que resultado de su comercialización hay una gran generación de subproductos de esta especie (piel, cabeza, cola, esqueleto y vísceras), los cuales ascienden a más de 820 toneladas, considerando un rendimiento de la parte comestible de alrededor del 40% de las 1,373 toneladas capturadas en Sinaloa (SAGARPA, 2007a).

1.5.2 Los subproductos de camarón de cultivo como materia prima para la producción de ensilados.

Los subproductos generados por la industria camaronera pueden dividirse en sólidos y líquidos. Entre los primeros encontramos: cefalotórax, cutícula o caparazón, vísceras y fragmentos de carne que no han sido removidos en la operación de pelado, mientras que los subproductos líquidos, o efluentes, están representados por el agua de blanqueo (Caicedo, 1982). En general, el rendimiento de los subproductos, cuando se tiene el camarón en forma de cola con cáscara, oscila entre 35 y 45% sobre el peso total del camarón (Shirai et al., 1997) y el problema principal que causa la producción de camarón en México es la contaminación generada por los subproductos como la cabeza de camarón, la cual no tiene un uso específico y es desechada generando fauna nociva y malos olores en el ambiente. (Zarain-Herzberg et al., 2006).

Uno de los subproductos regionales de la acuicultura más abundantes son las cabezas de camarón de la cual se obtiene la producción de quitina y quitosán. Las cabezas desecadas son descalcificadas usando ácidos minerales y desproteinizadas usando compuestos alcalinos para obtener una masa rica en quitina, la cual es secada al sol o al horno para obtener quitina que tiene un destino con un amplio uso industrial y farmacológico (Subasinghe, 2003) por eso es que Kungrankit et al., (1986) recomienda el

uso de productos locales aprovechables como materia prima disponible regularmente y a bajo costo.

Los caparazones de muchos crustáceos, entre ellos el camarón, contienen proteínas, lípidos y también, pigmentos, como son los carotenoides (astaxantina) presentes en el camarón que se utilizan principalmente para conferir color a muchas especies acuícolas como truchas arco iris y salmones, aumentando así su valor comercial (Simpson y Haard, 1985).

Cruz *et al.*, (1993) y Civera *et al.*, (1998), trabajaron con subproductos de camarón (cabeza y cáscaras) y langostilla roja, respectivamente, estableciendo un potencial uso de estos recursos naturales con probabilidad de utilizarse como ingredientes para alimento balanceado. El Estado de Sinaloa es uno de los principales productores de camarón y su procesamiento genera gran cantidad de subproducto, que si no se le da un tratamiento adecuado genera fauna nociva y olores desagradables, lo que se puede evitar si se aplica una tecnología para generar una fuente de proteína barata y de alta calidad.

HIPÓTESIS.

Debido al estancamiento en la producción de proteína de origen animal y vegetal los costos de esta se han incrementado, también destaca el crecimiento de la población mundial a una tasa de 1.7% anual (FAO, 2010^C) por lo que existe una competencia por la materia prima destinada a los alimentos para animales y la población humana. Ante esto es necesario buscar productos para alimento animal, que no compitan con los alimentos para humanos que sean abundantes, baratos y que garanticen una buena condición nutritiva, sanitaria y de conservación. Por lo que se plantea como hipótesis para este trabajo que los subproductos de la pesca y la acuicultura en el Sur de Sinaloa son materia prima abundante y disponible, durante la mayor parte del año, que se puede conservar mediante la tecnología del ensilado biológico y que cuentan con un contenido nutritivo que permitirá sustituir un porcentaje de proteína animal en la alimentación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) pudiendo obtener un crecimiento con dietas prácticas experimentales que no serán menores a¹ obtenido con los alimentos comerciales.

OBJETIVOS.

Ferraz de Arruda (2007) estimó que en 2004 se produjo, a nivel mundial, alrededor de 65.2 millones de toneladas métricas de subproductos del procesamiento de productos pesqueros. Y que la industria acuícola generó gran cantidad de sub-productos de ya que cada kilo de pescado rinde solamente 30% de filetes. Lo que significa 7,000 toneladas de desecho de peces por cada 10 000 toneladas de peces cultivados. La valorización del gran potencial de este excelente material, debería ser tratado como una prioridad (Castillo, 2006). Los productos de la fermentación ácido-láctica ofrecen una oportunidad para la preservación a bajo costo y la re-utilización

de estos productos. Por lo que este trabajo plantea como objetivo Estudiar el potencial de utilización de ensilados biológicos de subproductos de la pesca y la acuicultura del Sur de Sinaloa y evaluar su empleo en la alimentación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*).

CAPITULO 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

INTRODUCCIÓN

La fermentación es uno de los métodos más antiguos e importantes para la elaboración y la preservación de alimentos empleados para el consumo humano y la elaboración de algunas bebidas. El proceso bioquímico por el que se produce el ácido láctico durante la fermentación de los carbohidratos tiene aplicaciones específicas por ejemplo, los subproductos del proceso de la fermentación sufren transformaciones que pueden mejorar y realzar el sabor de los alimentos y la disminución del pH durante la fermentación ácido-láctica puede precipitar las proteínas lo cual genera cambios en la textura.

El aumento de la acidez por la formación de ácido láctico durante la fermentación, inhibe el crecimiento de muchos microorganismos y ocurre una transformación de la materia orgánica por acción de las enzimas que se encuentran en el material, como las que están presentes en los microorganismos responsables de la fermentación. Los microorganismos responsables de la fermentación, obtienen de la fuente de carbono la energía y los nutrientes para crecer y establecerse como población dominante.

Se ha llamado ensilado al subproducto que se obtiene de la fermentación ácido-láctica, la cual es una técnica de preservación que se logra por de manera espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias ácido lácticas (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético.

Las BAC que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus* entre otros. La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5° y

50°C, con un óptimo entre 25° y 40°C y son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de sustrato.

Existen muchos productos ácidos como son los fermentos de la leche quesos, salsas y vinagres y productos fermentados por hongos como son los quesos y muchas comidas orientales. Productos obtenidos por la acción de enzimas como es el caso de carnes, salsas de peces en los que diferentes microorganismos juegan un papel durante la fermentación.

El desarrollo de la industria pesquera a nivel industrial y artesanal genera una gran cantidad de residuos y pérdidas en el manejo, almacenamiento, distribución y comercialización, los cuales representan alrededor de 29 millones de toneladas de subproductos a nivel mundial (FAO, 2009). En México se produjeron, para el 2008, más de 550.520 toneladas de subproductos (CONAPESCA, 2008). Esto ocasiona el desperdicio de proteína de alta calidad y un aumento de la contaminación ambiental. Dentro de los aprovechamientos más sustentables de estos subproductos se encuentra la producción de ensilados de pescado para la elaboración de alimentos para aves, ganado y peces (Green et al., 1988; Espe et al., 1989; Espe *et al.*, 1992; Pérez, 1995; Ouellet *et al.*, 1997; Gerón *et al.*, 2007; Santana-Delgado *et al.*, 2008).

2.1 Los ensilados.

El término "ensilado" se originó del procedimiento de almacenar material vegetal en un "silo" donde ocurre un proceso de fermentación de ese material logrando el forraje por medio de una fermentación láctica bajo condiciones anaeróbicas produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al

generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción.

Se emplearon los ácidos inorgánicos para reducir el pH, debido a que los pastos no tienen suficientes azúcares para la producción de ácidos por fermentación natural. La adición de ácidos detiene la respiración en las plantas previniendo la pérdida del carbón orgánico del material como son los azúcares. Las bacterias tolerantes al medio ácido -sobreviven y lentamente convierten los azúcares en ácido láctico. Los azúcares residuales de los pastos también contribuyen a la preservación al reprimir la producción de enzimas des-aminantes y evitar la formación de amonio a partir de los aminoácidos (Fagbenro, 1994).

Raa *et al*, (1983) atribuyeron la falta de preservación de los pastos por fermentación natural a los bajos niveles de azúcares fermentables. Por lo que se ha empleado fuentes de azúcares para estimular la fermentación de las bacterias ácido-lácticas, como la, melaza, azúcar de caña, papas y con ello producir la estabilidad ($\text{pH} < 4.5$) de los ensilados. El mismo principio se aplicó en la fermentación natural para preservar los peces (Van Veen y Steinkraus, 1970).

Productos análogos se preparan con los peces completos o partes de ellos y a estos se les denominó ensilado de peces. La producción de los ensilados de peces la inició Edin en los años 30s para preservar los desechos (Batista, 1999). Los ensilados químicos de peces, se fabrican comercialmente en Dinamarca, Noruega y Polonia y en volúmenes menores en otros países de Europa, su producción se introdujo en países del Sudeste asiático para utilizar los desechos de la pesca, con las especies de bajo valor económico y de la captura incidental de la pesca de arrastre (Windsor y Barlow, 1984).

2.2 Principios del proceso de ensilaje.

Los ensilados de peces y los hidrolizados de proteína son productos líquidos que se obtienen por la actividad enzimática la cual se acelera por el pH bajo ($\text{pH} < 4.0$) y temperaturas menores a 25°C , el ensilado de pescado está asociado con los productos de la hidrólisis por las proteasas endógenas (pepsina, catepsinas) y lipasas, principalmente de las vísceras, mientras que los hidrolizados están asociados con los productos formados por la adición de proteasas exógenas a la proteína de los peces (Raa y Gilberg, 1982).

Los ensilados de pescado tienen aplicación potencial ya que se pueden utilizar los desechos o peces que no se emplean en la alimentación de los humanos. Los productos de la fermentación ácido láctica ofrecen la oportunidad de emplear las especies subutilizadas así como una preservación a bajo costo, el hecho es, que pequeñas cantidades de materia prima están disponibles, o están dispersas geográficamente lo que favorece la producción de ensilados a pequeña escala.

Los ensilados biológicos se basan en la fermentación ácido-láctica y son un excelente producto proteínico de alto valor biológico que se ha empleado para la alimentación animal y se ha elaborado con especies de pescado de bajo valor comercial, subproductos de peces marinos y del pescado de las industrias (Vidotti, 2003). En su elaboración se han empleado, como inóculo, distintas cepas de bacterias ácido-lácticas y melaza como fuente de carbohidratos por su alta composición de azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa (Bello et al., 1993; Fagbenro et al., 1994; Cira, et al., 2002; Plascencia-Jatomea et al., 2002; Nwanna, 2003).

Un primer objetivo de la fermentación ácido-láctica es mantener condiciones anaerobias para que dominen estas bacterias y mantener el producto en recipientes sellados que prevengan la entrada y recirculación de aire, ya que

el oxígeno reduce la actividad microbiana y se forman productos tóxicos como resultado de la auto-oxidación (Raa y Gildberd, 1982).

El otro objetivo es descartar la presencia de Clostridios que son indeseables por que producen ácido butírico y degradan amino ácidos y otros productos que reducen el valor nutritivo. La fermentación láctica produce la disminución del pH a niveles de alrededor de 4 donde los clostridios inhiben su desarrollo.

El desarrollo del ensilado produce un material semi-líquido o pastoso, que requiere poca inversión de capital debido al bajo proceso de tecnificación y que su proceso como producto de fermentación permite el control de microorganismos patógenos (Windsor y Barlow, 1984). Además de ser bien aceptados por el consumidor y técnicamente su procesamiento genera menor pérdida de nutrientes (Auró, et. al 2003).

La actividad antimicrobiana del ácido láctico -igual que los ácidos orgánicos débiles como los ácidos propiónico y fórmico- se debe a que el valor de pKa del ácido láctico es de 3.86 (el pKa es el valor donde se disocia el ácido láctico al 50 %), por lo que si el pH se encuentra por arriba del valor del pKa del ácido láctico la disociación será mayor al 50 %. El efecto antimicrobiano específico se debe a la forma no disociada del ácido láctico.

Al producirse la disociación del ácido en el interior de la célula, la concentración interna de aniones aumenta. Esto a su vez desencadena un mecanismo de compensación de la carga eléctrica que obliga a la bacteria a aumentar los niveles de Na⁺ y K⁺ y/o glutamato, lo que lleva a un incremento mayor de la fuerza iónica intracelular y de turgencia provocando este proceso un gran aumento de la presión mecánica sobre la pared del microorganismo lo que hace que eventualmente estalle (Rodríguez- Palenzuela, 2000).

La tasa de producción del ácido láctico depende de la población inicial de bacterias ácido lácticas y la disponibilidad del sustrato (Bello, 1994), en el

cual influye el tamaño de la partícula, por ello es fundamental que la materia prima tenga el menor tamaño ya que de otra forma puede presentarse material sin digerir y estar suspendidos en la porción líquida y descartarse con los sedimentos teniendo como consecuencias pérdida de nutrientes.

2.3 Microbiología de los ensilados.

Es conocido que las bacterias lácticas no sólo son interesantes en la industria alimentaria por inducir características organolépticas y estructurales deseables, sino también por inhibir el desarrollo de microorganismos no deseables, alterantes y patógenos. No obstante, también se conoce que las bacterias lácticas producen, además de los ácidos orgánicos, otras sustancias antagonistas, como son el peróxido de hidrógeno y otros radicales libres, diacetilo, acetaldehído, isómeros D de los aminoácidos y otros metabolitos, como moléculas pequeñas no proteicas y bacteriocinas (Piard, J. C. y Desmazeaud, 1991; Piard et al 1992).

De las sustancias antimicrobianas producidas por las bacterias lácticas, las bacteriocinas son las más interesantes tecnológicamente, ya que debido a su naturaleza proteica se inactivan por las enzimas proteolíticas del tracto gastrointestinal y no parecen ser tóxicas ni inmunógenas en animales de experimentación, lo que las convierte en candidatos adecuados como conservadores de los alimentos.

Las bacterias lácticas son Gram positivas micro aerofilicas, no forman esporas y fermentan azúcares (principalmente glucosa y fructosa) que llevan a una mezcla de ácidos, pero predomina el ácido láctico. Son facultativas y capaces de crecer en presencia y ausencia de oxígeno.

Las bacterias lácticas comprenden a un número elevado de bacterias Gram positivas, cuya característica común es la producción de ácido láctico a partir

de carbohidratos. Actualmente el grupo comprende cocos de los géneros *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* y *Leuconostoc* y bacilos del género *Lactobacillus* y se clasifican en dos grupos las homofermentativas y las heterofermentativas. Las bacterias homo fermentativas -como *Lactobacillus casei*- producen dos moles de ácido láctico por mole de glucosa, mientras que las heterofermentativas producen solo una mole de ácido láctico junto con etanol y dióxido de carbono. Una concentración de bacterias de 10^7 células/g después de 24 h causa una disminución del pH a 4.5. (Fagbenro, 1994).

El riesgo más fuerte con las proteínas, como los ensilados de peces, es el crecimiento de bacterias y la producción de aminas biogénicas (histamina, putrescina, cadaverina, espermina y espermidina) de la descarboxilación de los amino ácidos libres, pudiendo producir cantidades suficientes de veneno para causar la muerte de los peces (Hernández *et al.*, 1993).

El proceso de formación de aminas biogénicas es consecuencia de la degradación de los aminoácidos que constituyen la proteína de la musculatura, originándose la hidrólisis de éstas por acción de endoenzimas que quedan libres y la degradación de aminoácidos por acción enzimática de amino descarboxilasas de origen bacteriano que transforman los aminoácidos en aminas. Algunas de las aminas biogénicas de interés de controlar en los alimentos para uso animal, son la agmatina, cadaverina, putrescina y tiramina (Galleguillos, 1994 en FAO, 1994).

La importancia de las levaduras en el deterioro aeróbico de los ensilados es bien conocido. Levin, *et al.* (1989) reportaron que los ensilados sufrirán deterioro con una población de levaduras de más de 10^5 organismos/g.

Frecuentemente el cambio del ambiente anaerobio al ambiente aerobio durante el periodo de almacenamiento ocasiona la pérdida de nutrientes (Espe, 1987). El método más efectivo de evitar el deterioro aerobio de los

ensilados es asegurar el empleo inmediato de los ensilados inmediatamente después de estar en contacto con el aire (Batista, 1987). El objetivo de emplear aditivos en los ensilados fue asegurar que los lactobacilos sea la población dominante en la fermentación y evitar la pérdida del valor nutritivo del ensilado.

2.4 Elaboración de ensilados biológicos de productos pesqueros y acuícolas.

Los peces como sustrato.

El sustrato para la producción de ensilados de desechos de peces emplea la carcasa, aletas, intestinos hígado, etc. o bien el pez completo cuando estos son de bajo valor comercial y las cabezas del procesado del camarón (Bertullo, 1984, Ockerman, 1992). Aunque Jayawardena et al. (1980) y Van Wyk & Heydenrych (1985) encontraron que el pescado más fresco produce mejor ensilado que los peces en proceso de descomposición ya que las bacterias de la putrefacción son un riesgo por la formación de toxinas y la formación de aminas biogénicas y los productos de la rancidez oxidativa.

Tradicionalmente se han utilizado dos métodos para la producción de ensilados que son el ensilado ácido y la fermentación por microorganismos. En ambos métodos la materia prima debe tener entre 5-10 mm el ensilado presenta un color entre café y gris y debe ser una suspensión viscosa, dependiendo del sustrato y el grado de autólisis (Disney y James, 1980). Para este trabajo se describe únicamente el proceso de fermentación por el potencial que tiene de empleo en México.

Elaboración de ensilados biológicos de productos pesqueros y acuícolas.

En las plantas pesqueras, se aprovecha poco más del 40% (músculo) de los peces; el 60% restante es constituido por piel, cabeza, aletas, vísceras, que tiene como destino final ser desperdicio; por otra parte, los peces que por su color, olor, forma o talla, no son aptos para el consumo humano; constituyen un excelente alimento alternativo con una composición bioquímica aproximada de 74% de humedad, 16% de proteína bruta, 3% de grasa bruta y 1.6% de minerales, en dependencia de la especie, edad y sistema de alimentación (Llanes et al., 2001).

La preservación de los desechos pesqueros está asociada con la producción de ácido láctico y otros ácidos, ya que estos inhiben el crecimiento de otras bacterias fermentativas. Las propiedades antagonicas de los lactobacilos se atribuyen al pH bajo (Tramer, 1966), producción de peróxido de hidrógeno (Price & Lee, 1970; Dahiya y Speck, 1978) y producción de antibióticos (Lindgren & Clevstrom, 1978). También existen reportes de inactivación de virus por efecto del ácido láctico durante la fermentación (Wooley et al., 1981).

Las últimas investigaciones sobre el ensilaje de cantidades reducidas de productos animales han empleado el proceso de fermentación del material. Aunque se ha logrado obtener una buena fermentación empleando una mezcla de alimentos ricos en carbohidratos fermentables junto con sustrato proteico no fermentable (Raa y Gildberg 1982), la mayoría también ha inoculado con bacterias lácticas para estimular la fermentación. Algunos de los cultivos más exitosos han sido *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium* y *Pediococcus acidilactici* (Deshmukh y Patterson, 1997).

Los productos no fermentables pueden ser conservados si se les mezcla apropiadamente con carbohidratos solubles; tales mezclas incluyen en ellas desechos de mataderos avícolas, desechos del proceso de incubación,

desechos de mataderos de animales mayores, desechos de pescados enteros, vísceras de pescados, restos de pesca de camarón, cabezas de camarones y langostinos y desechos de cangrejos (Machin, 2001).

Proceso de fermentación.

La fermentación de estos desechos no aptos para consumo directo, reduce el número de patógenos Gram-negativos (Talkington et al., 1981). La forma de acción está ligada a bajos niveles de pH, a la presencia de sustancias antibióticas producidas por las bacteriocinas y a la capacidad de los ácidos orgánicos de atravesar la membrana celular de los microorganismos por disociación y su capacidad de bajar el nivel de pH interno del organismo a niveles que lo destruyen (Raa y Gildberg, 1982). Los ácidos minerales no tienen la misma capacidad de disociación que los ácidos orgánicos y por ello son mucho menos efectivos en el ensilaje (Machin, 2001).

Weinberg y Muck, (1996) y Merry et al., (1997) consideran que el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas:

Fase 1. Fase aeróbica. En esta fase -que dura sólo pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en el material disminuye rápidamente debido a la presencia de los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y enteras bacterias. Se puede caracterizar por un valor de pH de 6.5 a 6.0.

Fase 2. Fase de fermentación. Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura varios días, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias acidófilas proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3.8 a 5.0.

Fase 3. Fase estable. Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este periodo en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo.

Fase 4. Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer el ensilaje. El periodo de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. Esta última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos –también facultativos– como mohos y enterobacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser expuestos al aire. Sin embargo, la tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje. (Stefanie, et al., 2001).

Para impedir el deterioro aeróbico será preciso inhibir la actividad y desarrollo de los organismos responsables de este deterioro, y muy especialmente de aquellos que dan comienzo a este proceso (p. ej. levaduras y bacterias que generan una fermentación acética). Algunos aditivos útiles para este propósito incluyen varios ácidos grasos volátiles, como el propiónico y el acético. Los ácidos sórbico y benzoico también muestran una fuerte actividad antibiótica (Woolford, 1975; McDonald et al., 1991).

Autolisis.

La materia prima de peces y crustáceos que se destina a ensilados tiene una consistencia sólida con un alto contenido de humedad y de manera natural, se licua gradualmente por efecto y actividad de las proteasas y lipasas endógenas, las proteínas se degradan formando péptidos y aminoácidos y los lípidos dan lugar a ácidos grasos, di glicéridos, mono glicéridos y glicerol. Esta actividad determina que físicamente los ensilados tengan una consistencia líquida.

La fuente de enzimas en la materia prima se encuentra en (a) vísceras y órganos del aparato digestivo. (b) tejido muscular, vegetales y los microorganismos.

Las vísceras de los peces son subproductos con un elevado contenido de proteínas y de lípidos poli insaturados, aunque presentan el menor tiempo de estabilidad, si no se congelan, debido a la gran cantidad de enzimas presentes en ellas (Ovissipour, et al., 2006).

Jayawardena y Poulter (1980) establecieron que las enzimas son las responsables de la licuar el material sólido como los intestinos, piel, y otras partes de los peces además de la carne. Generalmente, se le atribuye a las enzimas del intestino y a los productos ácidos como la pepsina (Raa y Gildberg, 1982; Aksnes, 1988).

Raa y Gildberg (1982) sugieren que la actividad auto catalítica en la materia prima influyen factores como la actividad enzimática, condición fisiológica del pez, pH temperatura etc. además que estas condiciones favorecen la remoción de los aceites del ensilado.

Después de una semana de desarrollo del ensilado (Gildberg y Almas, 1986; Raa y Gildberg, 1976), el ensilado generalmente se separa en tres fases una emulsión de lípidos con proteínas en la parte superior; una fase acuosa

soluble en la parte media y fragmentos insolubles que están precipitados en el fondo la calidad nutricional y la composición de aminoácidos permanece sin cambio en el ensilado, aunque Gildberg y Almas, (1986) han reportado que el triptófano es susceptible de degradarse bajo condiciones ácidas. Además estos mismos autores observaron que la composición de aminoácidos de la fase soluble de los ensilados fue diferente a la composición de los sedimentos ya que estos últimos no contienen hidroxiprolina y un nivel relativamente elevado de aminoácidos aromáticos y de cistina y cisteína.

También se ha reportado (Raa, 1997) que los animales que reciben péptidos de los ensilados en sus dietas presentan un perfil de salud mejor que aquellos que no lo reciben. Se especula que estos péptidos son inmunostimulantes que activan los linfocitos ya que algunos antibióticos son péptidos de cadena corta (Shahidi, 1994).

Estabilidad de los ensilados.

Los aceites de pescado contiene un 21% de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPL), un 6,2% de ácido eicosapentaenoico (EPA) y 7,8 de ácido docosahexaenoico (DHA) (Aidos et al. 2003a, 2003b), lo que la hace muy nutritiva y valiosa, pero altamente susceptible de sufrir procesos autooxidativos que deterioran su calidad, estabilidad y valor nutricional.

La remoción de iones hidrogeno de los ácidos grasos poliinsaturados causada por los radicales libres, inicia una reacción catalítica en cadena definida como autooxidación lipídica, que puede generar más de 60 productos finales, muchos de los cuales son citotóxicos. En este proceso un hidrógeno alílico es extraído de la cadena lipídica de un ácido graso (fase de iniciación) por influencia de factores como alta temperatura (Aidos et al.

2002), humedad (Partanen et al. 2005), presencia de iones metálicos oxidantes (Keceli y Gordon 2002, Sutton et al. 2006) e incidencia directa de luz (Scrimgeour 2005). El radical libre resultante, actúa como iniciador de una cadena de reacciones que generan más radicales libres, que al entrar en contacto con el oxígeno atmosférico dan lugar a compuestos indicadores de la oxidación primaria (peróxidos). Estos compuestos primarios contribuyen a la separación de un hidrógeno alílico de otras cadenas de AGPI, fomentando así la formación de hidroperóxidos (fase de propagación) hasta que dos radicales de cualquier tipo se combinan para formar un producto no radical, aunque esto está limitado inicialmente por el relativamente pequeño número de radicales presentes en el sistema (fase de finalización).

Los hidroperóxidos sufren finalmente una ruptura en la que se generan los compuestos secundarios de la oxidación lipídica (aldehídos, cetonas, alcoholes y polímeros) (Lewis- McCrea y Lall 2007), que además de tener acción citotóxica, son los responsables del sabor a rancio en los alimentos y representan una pérdida significativa de calidad, debido al decremento del contenido de AGPI (Aidos et al. 2003b). Debido a que muchos de los compuestos generados durante la fase de finalización son muy volátiles, su concentración en los productos puede empezar a decrecer con el tiempo dependiendo del contenido graso y de las condiciones de almacenamiento y empaque (Herrera y Zambrano 2005).

Fagbenro y Jauncey (1993) encontraron que los ensilados biológicos de pescado se pueden almacenar a 30 °C por 6 meses con poco o ninguna pérdida de la calidad nutricional. Dapkevicius et al., (1998) señala que la fermentación láctica tiene efecto benéfico sobre los lípidos estabilizándolos y permitiendo su aceptabilidad (Raa y Gildberg, 1982) por lo que las bacterias ácido lácticas tienen efecto antioxidante (Fagbenro, 1994).

El triptófano comúnmente se pierde durante el almacenaje del ensilado a altas temperaturas (30°C) (Haaland y Njaa, 1989), y en condiciones ácidas es inestable y se pierde rápidamente, sin embargo Nwanna et al. (2004) reporta la presencia de triptófano en ensilados biológicos. La histidina puede estar limitada en los ensilados cuando se almacena por largos periodos de tiempo (Disney et al. 1978). Stone y Hardy (1986) encontraron que una parte de fenilalanina, arginina y ácido glutámico se perdieron en un 9% durante un periodo de almacenamiento de 6semanas pero no se detectó pérdida de tirosina.

El ácido sórbico y benzoico se emplean como agentes anti fungicidas. El ácido sórbico inhibe el crecimiento de levaduras y mohos pero el ácido benzoico es más efectivo contra los mohos. Jensen y Jorgensen (1975) sugirieron que el sorbato de potasio es más efectivo que el ácido sórbico por ser más soluble.

2.5 Características y calidad bioquímica de los ensilados

La calidad de los ensilados de pescado depende de la calidad de la materia prima, la edad y las condiciones del manejo del material. Los cambios en pH son un buen indicador del deterioro y calidad del ensilado (Poulter et al. 1980) mientras que el NNP es un buen indicador de la pérdida de proteína. Pedersen (1987) sugirió las siguientes evaluaciones:

- (a) Bases volátiles totales (BVT)
- (b) Trimetil-amina (TMA)
- (c) Valor de peróxidos (VP)
- (e) Valor de anisidina (VA)

(f) Ácido tiobarbiturico (ATB)

(g) Aminas biogénicas (histamina, putrescina, cadaverina, espermina, espermidina).

(h) Número total de bacterias viables menos de 10^5 /g

(i) Número de hongos viables 5.000/g.

La referencia para la calidad de los ensilados es, hasta ahora, principalmente la harina de pescado ya que la calidad de la materia prima afecta la calidad del producto. La materia prima comienza a descomponerse desde su captura. La proteína se reduce a aminoácidos, aminas y amoniaco: algunas de las aminas son volátiles. El contenido de nitrógeno volátil total (NVT) se ha considerado por mucho tiempo como un indicador de la frescura de la materia prima. Un buen indicador de la frescura de pescado es la cantidad de aminas no volátiles: histamina, putrescina, cadaverina y tiramina. La TMA se produce por la descomposición del óxido de trimetilamina por las bacterias presentes (Stefanie, et al., 2001; Garcia-Galano, et al., 2007). Haaland y Njaa (1989) reportaron que los valores NVT de los ensilados de pescado se incrementan durante el almacenaje de aquí se concluye que el NVT es un buen indicador de la materia prima.

El pH es el factor que tiene la mayor influencia sobre la composición y valor nutricional del ensilado de pescado. Dapkevicius et al. (2000) opinan que los ensilados biológicos se estabilizan a pH 4.5 con lo que mantienen el valor de nutrientes de la materia prima.

Una gran cantidad de peces de agua dulce o marinos y crustáceos contienen tiaminasa una enzima que degrada tiamina (vitamina B1) por lo que los ensilados pueden no contener esta vitamina, con posible daño a sistema nervioso central. De acuerdo a Anglesea y Jackson (1985), los ensilados contienen tiaminasa que no se inactiva aún después de mucho tiempo de

almacenamiento, pero la actividad de la tiaminasa disminuye o se reduce su concentración al mezclarse el ensilado con otros ingredientes como lo son las harinas disminuyendo sus niveles considerablemente. Las harinas secas de pescado generalmente contienen suplemento de tiamina la cual permanecerá intacta hasta el consumo del alimento. Raa et al. (1983) recomiendan calentar los ensilados a 82 °C. El calentamiento también previene que los ensilados contengan una gran cantidad de virus resistentes a las condiciones ácidas.

Los límites de índices microbiológicos propuestos por LLanes, et al., (2010) para ensilados son: Número de mesófilos aerobios log ufc/g: < 7, Número de coliformes totales y fecales NMP/g: < 400, Salmonella spp: Negativa, Hongos filamentosos log ufc/g: <1. Aunque las condiciones de acidez y pH por debajo de 5 en el ensilado destruyen a estos microorganismos (Bylund y Wiklund, 1987; Smail et al., 1990), pero la condición en los ensilados de pH ácido no los protege contra el crecimiento de hongos. Las aflotoxinas que producen los hongos, *Aspergillus flavus*, son capaces de crecer en la superficie de los lípidos de los ensilados (Mackie et al., 1971). Cuando se adiciona ácido propiónico o sorbato al ensilado al 2% se puede prevenir el crecimiento de este u otros hongos (Strom et al., 1980).

2.6 Secado de los ensilados.

Fagbenro (1994) propone el empleo del ensilado líquido de peces para alimentar de forma directa a cerdos ya que por las características líquidas de los ensilados estos son difíciles de transportar o almacenar y los sólidos son muy escasos de tal manera que para remover el agua por evaporación se requiere calentarlos. Existen varios métodos para remover o disminuir el agua de los ensilados como es el "spray drying", evaporación al vacío o en un tambor de secado (Jensen y Schmidtdorffw, 1977; Hardy et al., 1983).

Un procedimiento alternativo es el secado con otro material o lo que se denomina "co-secar" el producto el cual puede complementar la proteína del ensilado. Co-secar con un producto seco debe emplearse en porcentaje bajo de tal manera que permita adsorber las proteínas solubilizadas del ensilado (Goddard y Perret, 2005).

En las zonas tropicales sus condiciones permiten emplear el secado al sol pero la tasa de secado dependerá de las condiciones climáticas. Este es un método simple y económico que dependerá de las condiciones climáticas y de la humedad relativa aunque el contenido de humedad siempre será elevado (45-50%) y el ensilado estará susceptible de ser atacado por hongos y la posibilidad de contaminarse por animales parásitos o por heces fecales, con el consecuente deterioro pudiendo ser tóxico para los animales a alimentar.

De acuerdo a Hardy et al. (1983), el "co secar" los ensilados y mezclar la harina de pescado con estos previene la formación de espuma y se facilita el secado por adsorción. Este procedimiento permite caracterizar bromatológicamente el valor nutritivo de la dieta y asignar un valor económico del ensilado seco en la dieta variando este de acuerdo a las proporciones y combinaciones para los alimentos.

Stone et al., (1984) después de secar el ensilado de pescado empleando, harina de canola y harina de trigo al moler obtuvo un producto seco semejante a la harina de pescado que pudo incorporarse en un 50 % de una formulación para peces y sin dificultad para peletizarse. Existe el inconveniente, de que aquellas especies con alto contenido de aceites como las sardinas y macarela producen ensilados con altos niveles de lípidos. La proteína y lípidos contenidos en el producto seco pueden sufrir alteraciones por el tipo de material empleado.

Se han empleado diferentes materiales para el secado de ensilados como la harina de arroz, de maíz, tapioca, soya, harinilla de trigo suero de lácteos, restos de papa, tapioca y una mezcla de restos de pluma y soya (Disney y James, 1980). Su elección se determinará por los costos y su disponibilidad en la región (Disney et al., 1978). Jayawardena et al (1980) recomiendan la Buena calidad del arroz (contiene >10% de proteína) y podría emplearse en una relación de 1: 3 (arroz: ensilado de pescado).

El proceso de ensilaje de productos de desecho puede ser un procedimiento simple y económico para que los pequeños productores puedan procesar y conservar una amplia gama de productos adecuados para ser usados en la alimentación animal. Es preciso recordar que en muchas ocasiones no estarán presentes todos los elementos necesarios para asegurar un buen ensilaje, y que el uso del ensilaje se recomienda solo cuando se dispone del equilibrio entre los componentes de un buen ensilaje y de los debidos conocimientos para ejecutar el mismo. Se debe señalar que probablemente el máximo beneficio de esta técnica se logrará si el ensilaje se realiza sólo con una buena fermentación natural, sin recurso e inoculantes.

2.7 Empleo de los ensilados en dietas para acuicultura.

En un hecho que la innovación en las tecnologías de acuicultura ha tenido un crecimiento importante en estas últimas dos décadas y como consecuencia se va a ver limitada a corto plazo por la falta de recursos proteicos, lo que ocasionará que la acuicultura en muchos lugares del mundo no sea una actividad sostenible y rentable (Llanes et al., 2001)

Por lo tanto la obtención de proteína por tecnologías no convencionales hace necesario aprovechar materia prima que prácticamente es acumulada como basura, la cabeza de camarón producida como desecho de una industria

acuicola puede ser usada como fuente de proteína (Zarain et al., 2006), resolviendo un problema común en cualquier comunidad de la república Mexicana como lo es la contaminación por materia orgánica.

Ferraz de Arruda et al. (2007) han indicado que para aprovechar de mejor manera los residuos de pescado, este debe ser retirado de las procesadora ya que el tiempo que transcurra antes de elaborar el ensilado es suficiente para que sufra modificaciones bioquímicas no deseadas.

Los ensilados poseen alto valor nutricional y biológico para la alimentación animal, conservando la calidad de la proteína, particularmente de aminoácidos como la lisina, metionina y cisteína. El valor nutricional del ensilado está en la digestibilidad proteica por lo que debe evitarse largos periodos de almacenamiento.

El grado de hidrólisis debe ser utilizado como un criterio de calidad porque al ocurrir la autólisis y sufre oxidación lipídica. Los ensilados en comparación con la harina de pescado. Presenta valores más bajos de aminoácidos sulfurados, pero contiene más lisina que le proporciona un gran beneficio para la alimentación animal (Copes, et. al. 2006) por lo que existe potencial para el empleo de los subproductos de la pesca y la acuicultura.

Los ensilados biológicos tienen valores de pH superiores a 4.1 lo que representa ventajas en la alimentación animal pues no requieren neutralizarse antes de la elaboración de dietas (Viana, 1993; Cira et al. 2002; Ferraz de Arruda, 2004; Nwanna et al. 2004; Toledo- Pérez, 2007) como sucede con los ensilados químicos que alcanzan valores de pH alrededor de 3.

González et al., (2005), elaboraron ensilados biológicos, de subproductos del procesamiento de sardina (*Sardinella aurita*), con un contenido de proteína entre 37-41% y una calidad microbiológica aceptable. Basándose en los

resultados obtenidos, se puede señalar que dichos ensilados evaluados mostraron una buena estabilidad en el tiempo, además se ajustaron a los requerimientos nutricionales y energéticos necesarios para introducirlos como fuente de proteína en la alimentación animal. Pinto de Carvalho (2006), llevó a cabo un ensilado de subproductos del procesamiento de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) donde obtuvo valores de proteína del 29.46%, y concluyó que el ensilado de subproductos de tilapia son eficaces en una inclusión hasta del 30% para reemplazar la harina de pescado en alimentos para alevines de tilapia. Por lo que es viable la investigación de ensilados biológicos elaborados a partir otras especies de pescado a las antes mencionadas.

Los bioensayos dedicados a crear nuevas dietas con distintos niveles de inclusión de ensilado, han demostrado un buen aprovechamiento, siendo muchos los trabajos donde se han utilizado los ensilados de pescado en la alimentación de peces como refiere (Goncalves et al., 1989), que elaboraron y probaron dietas para anguilas con inclusiones del 10 al 20%, y lograron incrementar los indicadores de crecimiento, mejorar la eficiencia de conversión alimentaria, eficiencia en la proporción proteica y cantidad de lípido incorporado al cuerpo.

Llanes et al., (2006) indica que una importante alternativa al reemplazo de la harina de pescado en las dietas es el uso de los desechos de la industria pesquera mediante el ensilado; este investigador evaluó una tecnología de alimento húmedo (con 25% de proteína bruta) a base de ensilado de pescado, concluyendo que los ensilados mostraron ser una valiosa fuente de proteína de origen animal, que puede utilizarse como alternativa de la harina de pescado sin afectar los términos de tasa de eficiencia proteica, conversión alimentaria y supervivencia.

Valencia et al. (1994) elaboraron ensilados de pescado a partir de la tilapia *Oreochromis niloticus* con ácidos (sulfúrico y propiónico) y los incluyeron en dietas para la cachama negra *Colossoma macropomum* con lo que lograron sustituir completamente la harina de pescado por ensilado.

El ensilado biológico de pescado presenta una variación de contenido de proteína cruda entre 28.2% a 74.4% con un rango promedio de 58.3% (Hertrampf, 2000), que en una adecuada combinación con la harina de soya y trigo, puede cubrir satisfactoriamente los requisitos nutricionales del camarón.

González et al. (2007). Realizaron una comparación de cinco dietas para camarón blanco *Litopenaeus schmitti* contra un alimento concentrado comercial, ensayando cuatro dietas con la incorporación de diferentes concentraciones de ensilado biológico de pescado como parte del aporte proteico en la dieta. Las características bromatológicas de las dietas desarrolladas se ajustaron satisfactoriamente a los requerimientos del camarón, presentando valores de proteína entre 34.5 al 40.8 y un bajo aporte de lípidos con respecto a los requisitos sugeridos para esta especie. Durante sus bioensayos la dieta de 15 % de inclusión de ensilado, produjo los mejores efectos de crecimiento y ganancia de peso en comparación de la dieta comercial. Los resultados obtenidos señalaron también que a niveles de 15% de inclusión del ensilado, se cumple con la exigencias nutricionales de los camarones debiendo a futuro mejorar el contenido de lípidos y experimentar con concentraciones mayores de ensilado. El 15% de incorporación de ensilado de pescado en la dieta no mostró diferencias significativas ($P>0.05$) con respecto al desarrollo y crecimiento de los camarones alimentados con la dieta comercial, indicando que el ensilado de pescado puede ser una fuente alternativa en las dietas para *L. Schmitti*.

En los desechos de la industria acuicola camaronera Holland y Borski (1993), identificaron una fracción de bajo peso molecular que en conjunto con otros compuestos diferentes a aminoácidos presentes en un extracto de cabeza de camarón, que estimularon la ingesta de alimento en organismos acuáticos.

El Sayed (2004), reporta que entre el 30 a 75% de proteína de ensilado puede ser incorporado con éxito en el alimento para tilapias; sin embargo, este mismo autor advierte que el método de ensilado tiene que ver con un mejor desempeño del crecimiento.

De acuerdo a los resultados para crecimiento de tilapias se ha reportado que la inclusión de ensilados en dietas experimentales mejora la tasa de crecimiento y el costo de producción (Lapie y Bigueras-Benitez, 1992; Fagbenro, 1994, Fagbenro et al., 1994; Fagbenro y Jauncey, 1995 y Vidotti et al., 2002).

2.8 Requerimientos de alimentación de camarón y tilapia.

Los estudios sobre crecimiento y el requerimiento de nutrientes y el proceso de comparación de los resultados obtenidos con los animales en experimentación son muy complicados, ya que se debe considerar las condiciones del experimento, la edad, el tamaño, densidad de siembra de los animales, la fuente de nutrientes los constituyentes no nutricionales en el alimento y las variaciones en los constituyentes abióticos (Wilson, 1989). Los estudios con especies tropicales sobre el requerimiento de proteínas se han desarrollado con crías o juveniles por periodos de tiempo relativamente cortos (NRC, 1983).

En la actualidad existe información suficiente sobre el requerimiento de proteína en las dietas para los juveniles y adultos de camarón *L. vannamei* y

tilapia *O. niloticus* por lo que se presentan los requerimientos de proteína para un crecimiento óptimo Tabla 2.1. Y 2.2.

Tabla 2.1 Composición de la dieta de referencia que se utilizó para la elaboración de las dietas experimentales por Akiyama *et al.* (1989).

INGREDIENTES	Inclusión %
H. de sardina	25
H. de trigo	16
Almídon maiz	11.6
Pasta de soya	26.96
H. de cabeza de camarón	10
ligante	4
Aceite de atún	1
Lecitina de soya	1.5
Premezcla mineral	3.5
Premezcla vitaminas	0.26
Vitamina C	0.12
Cloruro de colina	0.04

Tabla 2.2 Requerimientos de aminoácidos para camarón de acuerdo FAO/WHO (1995) y Akiyama *et al.*, (1989).

Amino ácido	Requerimiento de AA en camarón ¹ g/100g proteína	Requerimiento de AA en camarón ² g/100g proteína
Isoleucina*	3.40	4.00
Histidina*	2.10	2.00
Arginina*	5.80	5.00
Leucina*	5.40	7.00
Lisina*	5.30	5.50

Metionina*	2.40	3.50
Fenilalanina*	4.00	4.20
Treonina*	3.60	3.60
Triptofano		
Valina*	4.00	4.00

*aminoácidos esenciales para camarones (Forster et al, 2003, Lim y persyn, 1989) La cantidad de triptófano no se determinó.

† Aminoácidos esenciales de acuerdo a Akiyama et al. (1989) La cantidad de triptofano no se determinó.

‡ Aminoácidos esenciales de acuerdo a FAO/WHO (1965) La cantidad de triptofano no se determinó

Tabla 2.3. Composición de la dieta de referencia utilizada para la elaboración de las dietas experimentales por Bureau y Cho (1994).

INGREDIENTES	Inclusión (%)
Harina de sardina	30.0
Harina de soya extraída con solvente de hexano	17.0
Harina de gluten de maíz	13.0
Aceite de sardina	10.0
Harina de trigo	28.83
Premezclas de vitaminas	0.12
Premezclas de minerales	0.05

Tabla 2.4 Requerimientos de aminoácidos para tilapia de acuerdo a Santiago y Lovell, (1988) y Fagbenro, (2000).

Amino ácido	Requerimiento de AA en tilapia g/100g proteína ¹	Requerimiento de AA en tilapia g/100g proteína ²
Isoleucina	2.6	3.11
Histidina	1.5	1.72
Arginina	4.1	4.2
Leucina	4.3	3.39
Lisina		5.12
Metionina	1.3	2.68
Fenilalanina	3.2	3.75
Treonina	3.3	3.75
Triptofano	0.6	1.0
Valina	3.0	2.8

¹Requerimiento para cría de tilapia del Nilo (g por 100 g proteína. No se determinó triptofano. (Fagbenro, 2000)

²Requerimiento para cría de tilapia del Nilo (g por 100 g proteína. No se determinó triptofano Santiago & Lovell, 1988.

CAPITULO 3. DISPONIBILIDAD DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA PESCA Y ACUICULTURA EN EL SUR DE SINALOA.

INTRODUCCIÓN

Para determinar la disponibilidad, utilización integral y potencial de los subproductos de la pesca y la acuicultura en la Zona Sur del Estado de Sinaloa se requiere analizar las cadenas productivas de cada una de las industrias las cuales consideran, los procesos que sigue un producto pesquero a través de las actividades de producción, transformación e intercambio hasta llegar al consumidor final.

En el mundo globalizado quienes compiten entre si no son las empresas o los productos por si solos, sino las cadenas productivas. Una mayor integración de la cadena productiva asegurará un incremento en la productividad y un mejor aprovechamiento de los subproductos, así como de permitir una oferta más estable la cual mantendrá satisfecho las necesidades del cliente. A su vez, es una retroalimentación constante de conocimientos que favorecen a que dicha integración se fortalezca con el tiempo.

En el sur de Sinaloa las principales industrias y cadenas de interés pesquero y acuicola son la pesca de pelágicos, la pesca y cultivo de camarón y el cultivo de tilapia. En los modelos de las cadenas productivas para pelágicos, camarón y tilapia en la zona y el país, en términos generales, solo se consideran los insumos y los subproductos tienen muy poca importancia, particularmente en las actividades de pesca artesanal para los pelágicos. En el caso de la producción por acuicultura los principales subproductos producidos en la zona son la cabeza de camarón "cáscaras" y en el caso del procesos de fileteado y evisceración de la tilapia, la piel, hueso, espinas y vísceras.

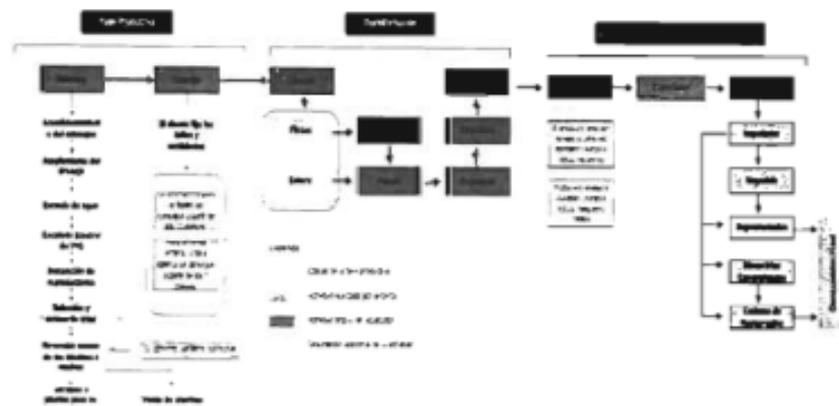
A partir del año 2002 se promueve formalmente el asociar la visión empresarial con la acuicultura, por lo que nace la organización del Clúster de acuicultura, que sirve de base para identificar oportunidades y generar iniciativas que ayuden al desarrollo competitivo del sector. Si bien este trabajo no implica un análisis detallado sobre los clúster se revisan algunos elementos relacionados con los "cluster" o agrupamientos de las actividades de la pesca y la acuicultura en la Zona Sur de Sinaloa

En las pesquerías comerciales de la Zona Sur en Sinaloa se presentan dos tipos de pérdidas del material pesquero capturado: una está relacionada con el desecho proveniente del proceso de evisceración, fileteado y el procesamiento industrial de los pelágicos otra pérdida hasta el momento se da con el descabezado del camarón de cultivo y el de la pesca. Es importante entonces cuantificar la cantidad de desperdicios provenientes de estas actividades de pesca y acuicultura tanto ya que solo así se podría estimar la subutilización y/o desperdicio que se le está dando a los subproductos de la pesca.

3.1 Objetivos.

Cuantificar la cantidad de desechos generados en el proceso de evisceración fileteado y descabezado de las especies más importantes en la región, para la incorporación de estos en otros procesos productivos y desarrollar una tecnología limpia que permita aprovechar los actuales volúmenes de desechos generados en la actividad pesquera, como materias primas o suplementos dentro de actividades acuícolas

Determinar el balance de masas de los flujos de las cadenas productivas de peces pelágicos, camarón de cultivo y de la producción acuícola de tilapia con énfasis en los subproductos, de los cuales se evaluara su disponibilidad,



Tomado del Programa Maestro del comité sistema producto de tilapia del estado de Colima
 Figura 3.2. Mapa actual de la cadena productiva del Cultivo de Tilapia para el Pacífico centro (Colima).

Se cuenta con información que las actividades del fileteado y la industria acuicola generan gran cantidad de desechos (sub-productos) de camarón, pescado, etc. y que cada kilo de pescado rinde solamente 30% de filetes, lo que significa 7 000 toneladas de desecho de peces por cada 10 000 toneladas de peces cultivados. La valorización del gran potencial de este excelente material, debería ser tratado como una prioridad (Castillo, 2006).

Por otro lado, los productos de la pesca de "escaso valor comercial" son abundantes a nivel mundial ya que anualmente se cosecha de 7, 000 a 10, 000 toneladas de fauna acompañante de peces (principalmente) y crustáceos (en menor cantidad) de especies marinas, las mismas que no están siendo valorizadas. Este producto con mucho valor, actualmente está siendo utilizado en alimentación para cerdos, a un precio de 120 pesos/ton, muy abajo de su valor real que es de 500 a 800 USD/ton (FAO, 2009).

3.3 Descripción del área de estudio.

El área de este estudio comprende el Sur de Sinaloa, que es parte de la definición de subregiones en que Bassols-Batalla (1979) divide a México. Sin embargo, para este trabajo consideramos los municipios propuestos por Morales-Zepeda (2007) quien parte de la clasificación de Bassols-Batalla y establece una subregión neo económica llamada zona Sur de Sinaloa que se constituye por 6 municipios que son: Cosalá, San Ignacio, Mazatlán, Concordia, El Rosario y Escuinapa. Por razones de ubicación del municipio de Cosalá sin contacto con la zona costera se excluye de este estudio.

La superficie de Sinaloa es 57,962 Km² y la zona Sur de Sinaloa significa el 27.9 % de la superficie total del estado, esta zona, cuenta con alrededor del 22 % de la población de todo el Estado que para el censo del 2010 ascendió a 2'767 761 habitantes. En esta zona el municipio de San Ignacio es el de mayor superficie y el municipio de Mazatlán el más densamente poblado y donde se ha desarrollado un crecimiento de actividades relacionadas con la pesca y la acuicultura (Tabla 3.1 y Fig. 3.3).

Tabla 3.1 Municipios, superficie y habitantes de la Zona Sur del estado de Sinaloa.

Municipio	⁽¹⁾ SUPERFICIE TERRITORIAL M ²	⁽²⁾ Habitantes
Cosalá	2 665	16 697
San Ignacio	4 650	22 527
Concordia	1 524	28 493
Escuinapa	1 623	54 131
Mazatlán	3 000	438 434
El Rosario	2 723	49 380
TOTAL	16 185	609 662

¹Datos tomados de INEGI 2010



Figura. 3.3 División política por municipios del estado de Sinaloa y los seis municipios de la zona Sur de Sinaloa.

Ríos y cuerpos de agua del Sur de Sinaloa.

La hidrografía del estado se caracteriza por tener 11 ríos principales y en la Zona Sur se encuentran los ríos Presidio, Baluarte (en los municipios de Mazatlán y El Rosario) y Cañas en el municipio de Escuinapa, este último divide el estado de Sinaloa y Nayarit. En los municipios de Mazatlán y Rosario esos ríos contribuyen al suministro de agua de las presas de Los Horcones y las Higueras que juntas tienen una capacidad de 27 millones de M^3 y la presa Picachos con un volumen estimado de 340 millones de M^3 que está destinado al desarrollo y promoción de la piscicultura (FIHSIN, 2008) Mientras que en el municipio de Escuinapa existen dos presas que suman

17.5 millones de M³ que se emplean para riego agrícola con potencial para destinarse a las actividades acuícolas ya que existe una capacidad de 388.5 millones de M³ (Tabla 3.2).

Tabla 3. 2. Superficie de ríos y volumen agua de algunas presas de la Zona Sur de Sinaloa.

Municipio	Corriente hidrográfica	Área Km ²	Escurrimiento (millón de M ³)	Principales presas en la Zona Sur de Sinaloa	Capacidad (millón de M ³)
Mazatlán y San Ignacio	Presidio Quelite y Arroyo Recatan	6 176	900	Los Horcones	14
				Picachos	340*
Concordia	Presidio y Panuco	835	107		
			5 323	1 528	Higueras
El Rosario	Baluartes				
Escuinapa	Arroyo Escuinapa			Agustina Ramirez	10
Escuinapa	Arroyo La Campana			La Campana	7.5
TOTAL					388.5

*Volumen estimado por el fondo de infraestructura Hidráulica de Sinaloa (FIHSIN), 2008.

Lagunas Costeras en el Sur de Sinaloa

Existen Lagunas Costeras de gran importancia para la pesca y la acuicultura en el Sur de Sinaloa, como es el Estero de Urías en el Municipio de Mazatlán de la zona Sur del estado, que cuenta con una extensión de 800 Ha y cuya Localización está a los 23° 09' y 23° 12' de latitud norte y los 106° 18' y 106° 25' de longitud oeste, al sur de la ciudad y Puerto de Mazatlán y ubicado al norte de la desembocadura del río Presidio que es uno de los 11 ríos con que cuenta el estado de Sinaloa. Este cuerpo de agua sirve de abastecimiento de agua a 4 granjas camarонерas del municipio de Mazatlán en la sindicatura de Barrón que suman una superficie de 423 Ha de estanques de cultivo semi-intensivo.

La región al sur de la ciudad de Mazatlán, ubicada en la cuenca del Río Presidio y río Cañas, cuenta con importantes recursos hidráulicos para apoyar las actividades productivas en general. El municipio de Mazatlán colinda al Sur con el Municipio de Rosario, donde la corriente hidrológica más importante es el río Baluarte que desemboca en el Océano Pacífico, algunos de sus afluentes son el río Matatán y los arroyos de Plomosas de Matatán, de Potrerillos y Nieblas. Por otra parte, los arroyos de La Estancia, Tecomate y Jalapa desembocan al río Matatán, mientras que el arroyo de La Pancha vierte sus aguas al sistema lagunar El Huizache-Caimanero que es un sistema lagunar de agua salobre con aportes de agua también de los Ríos Baluarte y Presidio. Estos sistemas lagunares albergan 455.1 Has de estanques para el cultivo de camarón.

Para el caso del Municipio de Escuinapa, el río Cañas es la corriente más importante, dividiendo el estado de Sinaloa y Nayarit, se origina en la sierra de San Francisco en el estado de Nayarit, desembocando en el Estero de Teacapán, su cuenca de captación registra un escurrimiento medio anual de 107.9 millones de metros cúbicos. Como corrientes menores se encuentra los arroyos de Escuinapa, El Verde, Palos Altos, Santa María y Agua Zarca.

La conjunción de estas corrientes y sus afluentes con otros arroyos intermitentes han conformado cuatro acuíferos principales: el del río Baluarte que comprende desde la localidad de El Rosario hasta el mar, siguiendo el curso del río ocupando una superficie de 230 km² con un espesor de sus estratos de 100 m; el acuífero Barra de Teacapán, ubicado al norte del poblado del mismo nombre, que es un acuífero somero formado principalmente por arenas, su profundidad es de 15 m y la superficie que ocupa es de 90 km²; el acuífero del río Cañas, el cual se extiende en una superficie de 100 km² de los Estados de Sinaloa y Nayarit, su material predominante es la arcilla, por lo que la permeabilidad es baja y el flujo subterráneo no coincide con el cauce del río y por último el acuífero del Valle de Escuinapa, localizado en una cuenca independiente de arroyos intermitentes en los alrededores de la cabecera Municipal de Escuinapa que se comunica con la zona de la Barra de Teacapán que ocupa 80 km². Es importante destacar que en este municipio la superficie de estanques para el cultivo de camarón asciende a 169 Has.

Comunicaciones.

La población de Sinaloa se concentra en los valles del estado y es donde se concentran la mayor parte de las carreteras pavimentadas y donde está la mayor actividad económica (Morales-Zepeda, 2007). El acceso a la Zona Sur por vía aérea, se realiza a través del aeropuerto internacional de Mazatlán, localizado aproximadamente a 50 kilómetros de El Rosario. Por vía terrestre, la carretera federal N° 15 México-Nogales y sus tramos paralelos de autopista son los principales ejes carreteros del estado, atravesándolo de norte a sur y pasando por las principales localidades en la entidad, entre las que se cuentan El Rosario y Escuinapa. Además, se encuentran en proceso de construcción la autopista Mazatlán – Durango que facilitará el acceso de

los mercados de Monterrey y la continuación de la autopista Mazatlán - Tepic, que acercará el mercado de Guadalajara y en general, del Centro - Occidente del país. Al interior de la región se cuenta con una infraestructura carretera que comunica a los principales sitios, las carreteras pavimentadas son las de Rosario- Agua Verde - Caimanero, Chirillos - Matatán, Chametla - Rosario - Cacalotán y Escuinapa - Teacapán. Asimismo, se cuenta con dos Carreteras de Terracería: Matatán- Plomosas y Potrenillos- Matadero.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

Vegetación.

La vegetación de Sinaloa está determinada por su ubicación geográfica ya que está en la zona de transición Neotropical y Nearctica y es fuertemente influenciada por su posición entre el mar y la Sierra Madre Occidental. El estado cuenta con tres regiones climáticas naturales. La zona Sur cuenta con un clima cálido húmedo de sabana tropical desde el río Piaxtla, hasta la frontera con Nayarit. EL Clima en el Sur de Sinaloa pertenece al semi-cálido sub húmedo con lluvias en verano AWo (w) (e). Adicionalmente, posee una distribución climática de la costa a la montaña con vegetación de duna y manglares en las barreras y lagunas costeras. En las zonas áridas la vegetación típica son cactáceas y matorrales o selvas bajas caducifolias de espinos, matorrales y acacias como el tecomate (*Crescentia alata*) huizache blanco o guinorama (*Acacia farnesiana*) guamúchil (*Phithecellobium dulce*) y mezquite (*Prosopis juliflora*) en la planicie costera. En las partes bajas de la sierra son abundantes las amapas (*Tabebuia Crysantha*) ébano negro (*Caesalpinia sclerocarpa*), moras amarilla (*Chlorophora tinctoria*), palo de Brasil (*Haematoxylon brasiletto*), cedros (*Cedrela occidentales*) y sabinos (*Taxodium mucronatum*); macapules (*Ficus ssp.*), álamos (*Populus mexicana*) y sauces (*Salix nigra*), en la ribera de los ríos o zonas húmedas. La selva

mediana con capomos (*Brosimum alicastrum*), parotas (*Enterolobium cyclocarpum*) e higueras en las cañadas (Rzedowski, 1978).

3.4 MATERIALES Y MÉTODOS.

Se elaboraron y aplicaron cuestionarios dirigidos a las granjas de cultivo de tilapia y camarón en el Sur de Sinaloa que tiene registrada la junta local de sanidad acuicola en el estado. Se aplicaron cuestionarios a plantas procesadoras y los centros de comercialización de pescados marinos de Mazatlán Sinaloa, registrados en la Secretaría de Salud. Para caracterizar los subproductos de las especie (s) que se distribuyen en la ciudad y puerto de Mazatlán, Sinaloa, se determinaron las especies más abundantes, las temporadas de mayor volumen de producción, la cantidad por unidad de tiempo así como su forma de captura que fueron los aspectos más importante que se obtuvieron de las encuestas (Anexos) realizadas para considerarlas como base para el empleo de los subproductos.

Esta información se analizó y con ella se obtuvo como producto un inventario actualizado de las unidades de producción acuicola y de las actividades del procesamiento de productos de la pesca en el Sur de Sinaloa, para conformar una base de datos que apoyara la caracterización y empleo de los subproductos de actividades pesqueras acuícolas e industriales.

Para el caso de la identificación de las especies de peces marinos que se expenden en los centros de distribución de Mazatlán se contó con el apoyo del M. C. Héctor Plascencia González investigadores del centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Unidad Mazatlán.

3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Sur de Sinaloa es la tercera en superficie territorial y población con 15.4% y 22.0% del total estatal respectivamente. Esta región concentra 23.9% de la población urbana y sólo 11.4% de la rural manteniendo tres localidades consideradas como urbanas mayores a 15,000 habitantes entre las que se encuentran las ciudades de Escuinapa y El Rosario, además de Mazatlán.

Las actividades de pesca y acuicultura en la zona Sur de Sinaloa se concentran en las costas, particularmente en los municipios de Mazatlán Rosario y Escuinapa, siendo la ciudad de Mazatlán el centro de comercio y procesamiento de los productos de la pesca y la acuicultura más importante en la zona Sur además de contar con las plantas procesadoras de productos pesqueros más grandes en el noroeste del país.

Los sistemas de cultivo de camarón en la Zona Sur de Sinaloa.

La información recabada corresponde a la encuesta de 23 granjas camaroneras, todas utilizan el camarón blanco *L. vannamei*, de un total de 46 granjas registradas por el Instituto Sinaloense de acuicultura (2006) y las bases de datos del Comité estatal de sanidad acuícola de Sinaloa en 2008 (CESASIN, 2008) para la zona sur del estado, de las que se encuentran 3 distribuidas en el municipio de San Ignacio teniendo dos sistema intensivo y una sistema extensivo, el municipio de Mazatlán tiene en registro 9 granjas, todas ellas de sistema semi-intensivo, de las cuales se encuestaron 7 de ellas y las otras dos no se encuentran operando. Para el municipio de Rosario se encuestaron 5 granjas de un total de 9, o sea el 55 % de las granjas, mientras que en el último municipio que es Escuinapa, donde existen el mayor número de granjas de camarón, están registradas únicamente 21 granjas y de ellas 13 no tienen datos, por lo que únicamente se levantaron datos de 8 granjas.

De todas las granjas en operación en la Zona Sur de Sinaloa (46), el 17.4 % desarrollan cultivo de camarón en sistema intensivo; el 78.2 % manejan el cultivo semi-intensivo, cultivando también *L. vannamei* y sólo una granja (4.4%) trabaja el sistema extensivo por lo que es evidente que en esta zona el sistema semi-intensivo es el más importante y ha desplazado el trabajo del sistema extensivo sin embargo ha crecido el número de granjas que emplean el sistema intensivo (Tablas 3.3 y 3.4a).

3.5.1 Infraestructura y aspectos de la biotecnia del cultivo de camarón en la Zona Sur de Sinaloa.

En la actualidad en el Sur de Sinaloa los sistemas de cultivo para camarón empleados son: extensivo, semi intensivo e intensivo. El sistema Extensivo se caracteriza por encierros con grandes extensiones de agua, en donde se confinan los organismos a bajas densidades para que logren llegar a la talla comercial, aprovechando únicamente la producción natural del ecosistema, de este sistema existe una sociedad cooperativa en el municipio de San Ignacio cuyas especificaciones de superficie, producción y manejo desconocen porque la Sociedad cooperativa de producción pesquera El Patole se encuentra desorganizada.

En el sistema semi intensivo que es el que representa el 78.2 % de las granjas en esta zona se desarrollan dos ciclos de engorda por año, el primero de febrero a junio y el segundo ciclo de agosto a noviembre. De manera general reportan una densidad de siembra de 8 a 25 organismos/M² en el municipio de Mazatlán, de 7 a 16 organismos/M² en el municipio de Rosario y en las granjas del municipio de Escuinapa la densidad promedio es de 10 organismos/M².

Por lo que corresponde a la engorda en el 100% de las granjas se emplean estanques rústicos de tierra con diferentes dimensiones que van desde 1 hasta 22 has. Los recambios del volumen de agua muestran diferencias de acuerdo al nivel de cultivo, reportándose un porcentaje de recambio del 5 al 10 % del volumen/día. La sobrevivencia reportada va del 70 al 85 % y las tallas de cosecha fluctúan entre los 10 y 20 g. con un crecimiento semanal de 2 g a partir de la talla de 1 gramo y un FCA de 1.3 a 1.7

Por lo que corresponde al sistema de **cultivo intensivo** el sur de Sinaloa, este se emplea en 4 granjas (17.4%). 2 granjas en el municipio de San Ignacio, con una densidad promedio de 30 organismos/M² y un recambio de agua de 5 al 20 % diario, una granja en el municipio de Rosario emplea una densidad de 50 organismos/M² y un recambio diario del 10 al 20 % siendo la única que emplea un fondo de hule y una cama de arena, mientras que las otras granjas utilizan estanques rústicos con fondos de arcilla.

El municipio de Escuinapa tiene una granja que igual que en el Rosario toma el agua directamente del mar a diferencia de las granjas del municipio de San Ignacio que toman el agua de esteros y del río Piaxtla lo que representa ventajas en la calidad de agua en los estanques que benefician la sobrevivencia en el cultivo.

La supervivencia promedio en este sistema de cultivo es del 70 % y las tallas de cosecha son de 15 a 25 g. con un crecimiento semanal de 2 g a partir de la talla de 1 gramo y un FCA de 1.15 a 1.65 (Tablas 3.4 a, b, c y d).

Tabla 3.3 Superficie de granjas, en operación, para cultivo de camarón por sistema, en el sur de Sinaloa y su producción anual en 2008-2009.

MUNICIPIO	GRANJAS ENCUESTADAS							PRODUCCIÓN ESTIMADA (Ton)	
	GRAN JAS	Número y % de granjas encuestada	TOTAL DE HA		PRODUCCIÓN N (Ton)		TOTAL HA. REGISTRA DAS	PRODUCCIÓN ESTIMADA (Ton)	
			Intensivo	Semi-intensi	Intens	Semi intensi		Intensivo	Semi intensi
SAN IGNACIO	7(4 s/ datos)	3 (0.5)	75			435	75	435	S/R
MAZATLÁN (2 sin datos)	9	7 (0.7)		453.1		1045.5	453.1		1045.5
ROSARIO ESCUINAP A (zona I)	9	5 (0.5)	6.6	446.5	103	1036.2	455.1	103	1236.2
ESCUINAP A (zona II)	6	(s/datos)	(0)						0
ESCUINAP A (zona III)	4 (2 s/datos)	2 (0.5)		33		55.2	33		55.2
ESCUINAP A (zona IV)	5 (s/datos)	(0)							0
ESCUINAP A (zona IV)	6	6	44	92	484	366.8	136	484	366.8
SUB TOTAL TOTAL	46	23(0.5)	127.6	1024.6	1022	2 703.7	1152.2	1022	2703.7
		HAS	1152.2			PRODUCCIÓN (TON)			3725.7

Tabla 3.4a. Características biotécnicas de las granjas encuestadas en el municipio de San Ignacio, Sinaloa

Nombre de la Granja	Acuicola Boca del Rio de Piaxtla	El Patole	Maria de Jesús	Promedios, intervalos y totales
Densidad de siembra (DS)	28 88/M ² 1 ^{er} ciclo 22 22/m ² 2 ^o ciclo	S/D	30/M ²	DS = 27/M ²
Rendimiento por ha	4-5 toneladas	S/D	3 5 toneladas	4 Ton/M ²
Tasa de sobrevivencia	75 %	S/D	70 %	72 5 %
Total de ha en uso	45 ha	S/D	10 ha	55 Ha
Tipo de cultivo	Intensivo	Extensivo	Intensivo	
Rendimiento total	180 ton/1 ^{er} ciclo y 225 ton/2 ^o ciclo	S/D	35 tons	440 Ton
FCA	1.55 y 1.24 (280 ton alimento)	S/D	1.15 (40 tons. alimento)	1.31
Superficie en 3 años	N/E	S/D	30 Has	+30 Ha
Tallas de cosecha	15-18g; 22-23g	S/D	14-16 g	14-23 g

Tabla 3.4b. Características biotécnicas de las granjas encuestadas en el municipio de Mazatlán, Sinaloa

Nombre de la Granja	Rigo Peña	Sixto Osuna	Crustáceos del Castillo	Don Jorge	Espiritu Santo	Coop. Ejido Barrón SCL	Coop. Pescadores de Barrón S A de CV	Prom. intervalos y totales
Dens de siembra	25/M ²	12 5/M ²	8.3/M ² 12.4/M ² 1 ^o y 2 ^o ciclo	10 - 12/M ² 1er y 2 ^o ciclo	28 6/M ² 21.4/M ² 1er y 2 ^o ciclo	1.6/M ² 6.5/M ² 1er y 2 ^o ciclo	9.52/M ² 1er y 2 ^o ciclo	DS=8 3-25/ M ²
Rend/ha	2	2	1.5-2	1.2-1.5	1.2	0.9	1.2	0.9-2

Tasa supervivencia	75 %	85%	85%	80%	60%	70-80%	80 %	60-85
Total de ha en uso	2.5 ha	16 ha	26.3 1er y 48.3 y 2º ciclo	290 ha	3.5 ha	24.5 ha	42 ha	453.1
Tipo de cultivo	Semi intensivo	Semi intensivo	Semi intensivo	Semi intensivo	Semi intensivo	Semi intensivo	Semi intensivo	
Total (ton)	5	32	96.6	348-435	4.2	24.5	N/E	945.3
FCA y alimento (ton)	1.2 (5)	1.25-2.2 (20-35)	1.1-1.03 (40-100 ton/ciclo)	1.72-1.37 (600)	1.42 (5)	0.94	1.3-1.54	0.54-2.2
Sup en 3 años	N/P	35 ha	N/P	N/P	N/P	N/P	40 ha	+75 Ha
Talla/cosecha	12-15 g	7-15 g	7-25 g	20-24 g	10y11 g	10-20 g	12-17 g	7-24

NP No Programada

Tabla 3. 4c. Características biotécnicas de las granjas encuestadas en el municipio de Rosario, Sinaloa

Nombre de la Granja	SCPA Cultivadores del sur de Sinaloa SCL	Ei cuervo	Jumalite	Laguna del Caimano S.A. de C.V.	Maricultura del Pacifico S.A. C.V.	Promedios, intervalos y totales
Densidad de siembra	15.9/m ² 1er y 2º ciclo	12/M ² 1er ciclo 8/M ² 2º ciclo	6.4/M ² 1er y 2º ciclo	13/M ² 1er y 2º ciclo	50/M ² 1er ciclo 150/M ² 2º ciclo	DS=6.4-15.9/ M ²
Rendimiento por ha	2 toneladas	1 tonelada 200 kg	800 - 1000 kg	1.5 toneladas	5-7 toneladas	0.8-2/ semintensivo y 5-7/ intensivo
T. supervivencia	75 %	85%	85%	80%	60%	60-85%

Total de ha en uso	88 ha	100 ha	62.5 ha	196 ha	8.6 ha	455.1
Tipo de cultivo	Semi-intensivo	Semi-intensivo	Semi-intensivo	Semi-intensivo	intensivo	
Rendimiento total	176 ton	120 ton	50-62.5 ton	294 ton	43 - 60.2 ton	805.7
FCA	1.13 (200 ton/ciclo)	1.08 (130 ton de alimento)	1.2- (60 ton/ alimento)	1.5 (300 ton de alimento)	N/E	1.08-1.5
Suj. en 3 años	N/P	N/P	N/P	N/P	N/P	N/P
Tallas de cosecha	14-18 g	14-18 g	20 g	20 g	10-14 g	10-20

NP No Programada

Tabla 3.4d. Características biotécnicas de las granjas encuestadas en el municipio de Escuinapa, Sinaloa

Nombre de la Granja	Acuastrat S.A. de C.V.	Inda de la Hacienda CPR	Rincón de Potrerillos	SCPA Industriales Pioneros del Futuro	SCPA Industriales Pioneros del Futuro	Nueva Tecnología del Pacífico	Marisma Cristo Rey S.A. de C.V.	Promedios, intervalos y totales
Densidad de siembra	45.45 - 52.27/M ² 1er y 2º ciclo	10/M ²	10/M ² único ciclo	13.33/M ² 1er ciclo 10/M ² 2º ciclo	4/M ² En los dos ciclos	9.61/M ² un ciclo largo	50/M ² un ciclo largo	DS=45-52/M ² int. 4-10/M ² en semiint
Rendimiento por ha	5.5 toneladas	1.2 ton	0.8 ton	0.9 ton	1 ton	4 ton	5.5 ton	0.8-4/ semintensivo y 5.5/ intensivo
Tasa sobrevivencia	70-80%	65%	75%	N/E	N/E	N/E	N/E	70-80 C intensivo

Total de ha en uso	44 ha	3 ha	30 ha	6 ha	10 ha	52 ha	24 ha	169
Tipo de cultivo	Intensivo	Semi-intensivo	Semi-intensivo	Semi-intensivo	Semi-intensivo	Semi-intensivo	intensivo	
Rendimiento total	242 Ton	3.6 Ton	24 ton	5.4 Ton	10 ton	208 ton	132 ton	625
FCA	1.65-2.47 (400-600 ton/ciclo)	1.4 (5 ton/ciclo)	0.70 (17 ton/ciclo)	1.1 (6 ton/ciclo)	5.0 (50 ton/ciclo)	0.96 (200 ton/ciclo)	1.89 (250 ton/ciclo)	0.96-5.0
Sup. en 3 años	16 ha	19 ha	N/P	N/P	N/P	N/P	N/P	N/P
Tallas de cosecha	8g pre cosecha y 15-25 g cosecha	12 gr	12 gr	10 gr	11.5 gr	38 gr	12-18 g pre-cosecha 28-30 g cosecha	8-38 g

NP No Programada.

Es importante destacar que el **sistema intensivo** para camarón en el municipio de Escuinapa cuenta con la mayor superficie (68 Ha), un rendimiento de 5.5ton/Ha y una producción de 374 Ton; seguido de san Ignacio con 55 Ha, que tiene escasos 3 años de haber iniciado, con 4 Ton/Ha de rendimiento y una producción de 220 Ton, mientras que el municipio de Rosario tiene en operación 8.6 Ha y un rendimiento de 6 Ton/Ha con una producción de 51.6 ton. En Mazatlán solo se emplea el sistema semi-intensivo a pesar de contar con más años en el cultivo de camarón con un rendimiento de 0.9 a 2 Ton/Ha y una superficie de 423.3 Ha.

Como se observa en la Tabla 3.5 el rendimiento por Ha es tres veces mayor en el **sistema intensivo** que en el semi-intensivo aunque el FCA es mejor en este sistema lo que representa un mayor aporte de materia orgánica por alimento que se envía al medio.

De acuerdo a nuestros datos la producción de camarón/año por acuicultura acuicola es superior a las 2. 361 Ton en la zona Sur de Sinaloa, lo que genera un volumen mayor a 826 Toneladas de cabeza de camarón.

Tabla 3.5. Sistemas de cultivo y producción de camarón en la zona Sur de Sinaloa.

sistema de cultivo	Municipio	superficie (Ha)	FCA	Vol (ton/año)	rendimiento (Ton/Ha)
San Ignacio					
Sist intensivo		55	1.31	440	4
Sist semi-intensivo		S/D	S/D	S/D	S/D
Mazatlán					
sist intensivo					
sist semi-int.		423.3	1.3	1081.8	1.27
Rosario					
sist intensivo		8.6	N/E	103.2	6
sist semi-int.		455.1	0.92	996.5	1.1
Escuinapa					
sist intensivo		68	1.9	374	5.5
Sist semi-int.		101	N/E	266.4	2.6

3.5.2 Los sistemas de cultivo de tilapia en la Zona Sur de Sinaloa.

La información que se presenta corresponde a la encuesta de tres centros productores en el Sur de Sinaloa y de acuerdo la información de registro por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) existen 7 granjas de cultivo de tilapia en el Sur de Sinaloa con una superficie de estanques de 23.5 Ha para el cultivo semi-intensivo. Aunque de acuerdo a la Subdelegación de Pesca en Mazatlán (SAGARPA, 2007b) Sinaloa ocupa el tercer lugar nacional de producción de Tilapia. Es importante destacar que en el Sur de Sinaloa solamente operaron 2 granjas y una pesquería correspondiente a la presa Los Horcones del municipio de Mazatlán en el 2008, esta última está operando en la presa del mismo nombre y cuenta con una superficie de 260 Has de espejo de agua donde se mantiene una repoblación de Tilapia *Oreochromis sp* y lobina (*Micropterus sp*). Las otras 2 unidades de producción acuícola encuestadas se localizan en el municipio de Mazatlán y corresponden una a cultivo semiintensivo de tilapia *Oreochromis niloticus* con 10 estanques cuadrados hechos de concreto con una superficie de 1,000 m² y 6 estanques circulares con piso cónico de 10 m de diámetro que suman una superficie de 1 471.24 m².

La única granja de engorda de tilapia en el municipio de Mazatlán con sistema intensivo utiliza una línea mejorada de *Oreochromis niloticus* línea Chitralada, originaria de Thailandia y mejorada en Brasil que se obtuvo en el Grullo Jalisco. Esta granja cuenta con una superficie total de 15 904.35 M² en estanques. Existe otra granja con la misma línea de Tilapia en San Ignacio, sin embargo es un sistema extensivo que emplea 30 Has y que en 2009 suspendió actividades.

En la Tabla 3.6 se puede ver que la infraestructura de ambas granjas es importante (17 375.6 M²) y que son las únicas granjas de tilapia en el Sur de Sinaloa con un potencial de producción de 75 ton/año de animales de alrededor de 400 g para el sistema intensivo y una producción probada de 2 Ton/año de animales de alrededor de 250 g en el sistema semi-intensivo.

En la granja con sistema intensivo el producto se eviscera y se eliminan las agallas (y se desechan al basurero municipal) para su venta, lo que se considera en un 5 % de su peso y que generaría un volumen de 3 750 Kg de subproducto, por lo que corresponde a la granja de cultivo semi-intensivo esta vende la producción entera sin eviscerar (comunicación personal de los propietarios). Lo anterior, significa un potencial de subproductos que se pudieran emplear en elaborar ensilados con un alto contenido de grasa y proteína y su posible inclusión en dietas para la alimentación de peces y camarones.

Por lo que corresponde a la cadena productiva de tilapia en el Sur de Sinaloa, se presenta en la figura 8 el modelo diseñado con énfasis en el manejo de los subproductos.

Otro aspecto importante que se presenta en la zona Sur del estado, resulta la construcción de obras hidráulicas como es el caso de la presa Picachos con un volumen estimado de 340 millones de M3 que está destinado al desarrollo y promoción de la piscicultura (FIHSIN, 2008).

Tabla 3. 6. Obra civil e infraestructura de las Unidades de Producción acuícola de tilapia en operación para el Sur de Sinaloa durante el 2008-2009.

INFRAESTRUCTURA ACUÍCOLA						
Nombre de la empresa	Toma de agua	Superficie de cultivo y volumen de agua	Tipo de estanques	Sistema de bombeo	Sistema aireación y % de recambio	Volumen de producción por año
Acuícola Salinera	Rio Presidio a través de derivador Los Horcones y un canal de riego de concreto	15,904.35 m ² (16 Has) Volumen Total = 19,085.23 m ³	8 estanques de 10 m Ø de concreto y 1.2 m profundidad 10 piscinas de 10 m Ø, 1.2 m profundidad 82 piscinas 15 m y 1.2 m de profundidad	Por gravedad	Estanques de 15 m Ø con aireador de 2 HP estanques de 10 m Ø con aireador de 1.2 HP recambio de agua 10 % diario	75 ton/año de animales de 400 g
Granja Acuícola Los Brasiles SCLR	Dique No 3	1,472.24 m ² 1765.488 m ³	10 estanques de concreto de 10x10 m; 6 estanques con piso cónico de 10 m de Ø	Por gravedad	Flujo continuo de agua	2 Ton/año de animales de 250 g



*Elaborado a partir de encuestas aplicadas a unidades de producción acuícola en la zona Sur del estado.

Figura 3.4 Estructura actual de la cadena productiva de la tilapia de cultivo y de captura en las presas de la zona Sur de Sinaloa, con énfasis en el manejo de subproductos.

3.5.3 La pesquería artesanal de peces marinos comerciales del Sur de Sinaloa y los subproductos generados.

La pesca de peces marinos comerciales de Mazatlán Sinaloa y los subproductos generados.

Los resultados de la tabla 3.7, para los centros de comercialización de pescados marinos en el embarcadero de la isla de la piedra en Mazatlán, Sinaloa, evidencian un potencial de subproductos de 20 a 30 toneladas mensuales, se determinó que algunas de las especies que se mantienen en el año con mayor abundancia relativa son: el dorado (*Coryphaena hippurus*), la sierra (*Scomberomorus sierra*) la mojarra (*Diapterus peruvianus*), burro trompudo (*Haemulopsis leuciscus*), el chile verde (*Caranx caballus*) y el ratón

amarillo (*Polydactylus opercularis*), así como también la época de mayor captura durante el año y los volúmenes estimados.

La pesca Ribereña en la zona Sur del estado es muy común e importante para el autoconsumo y el abastecimiento de estos productos en las localidades. En este caso el único centro encuestado fue el de la **Unión de comerciantes del embarcadero a la Isla de la Piedra**, debido a que es la única organización a la que se encuestó con el énfasis en los subproductos que se generan, encontrándose la secuencia de subproductos en la zona (Figura 3.5)

Tabla 3.7 Especies de peces más abundantes en el año en el embarcadero Isla de la Piedra Mazatlán, Sinaloa.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	MESES DEL AÑO QUE MAS CAPTURA	CANTIDAD POR UNIDAD DE TIEMPO	FORMA DE CAPTURA	USO DE LOS SUBPRODUCTOS
Dorado	<i>Coryphaena hippurus</i>	De mayo a agosto.	De 80 kg a 500 kg. De 7 a 8 horas	Anzuelo	Los regalan para la elaboración de harinas
Sierra	<i>Scomberomorus sierra</i>	Todo el año, escasa en septiembre y octubre.	De 100 a 500 kg. de 8 a 10 horas.	Chinchorro de enmalle de 2 ½ "	Los venden para la elaboración de harina
Mojarra china.	<i>Diapterus peruvianus</i>	De mayo a julio.	De 200 kg a 1 ton, en 12 horas.	Trasmallo d 3 pulgadas.	Los venden para la elaboración de harinas
Burro	<i>Haemulopsis leuciscus</i>	De mayo a julio	De 100 a ½ ton, en 10 a 12 horas	Trasmallo de 3 pulgadas	Los venden para la elaboración de harina

Chile verde	<i>Caranx caballus</i>	De mayo a septiembre	De 50 a 500 kg	Trasmallo o chinchorro	Los venden para la elaboración de harina
ratón amarillo	<i>Polydactylus opercularis</i>	De mayo a septiembre	De 50 a 500 kg	Trasmallo o chinchorro	Los venden para la elaboración de harina

Estructura actual de la cadena productiva de la Pesca Ribereña en el Sur de Sinaloa



*Elaborado a partir de encuestas aplicadas a pescadores y organizaciones de comerciantes en la zona Sur del estado.

Figura 3.5 Estructura actual de la cadena productiva de la Pesca Ribereña de la zona Sur de Sinaloa, con énfasis en el manejo de subproductos.

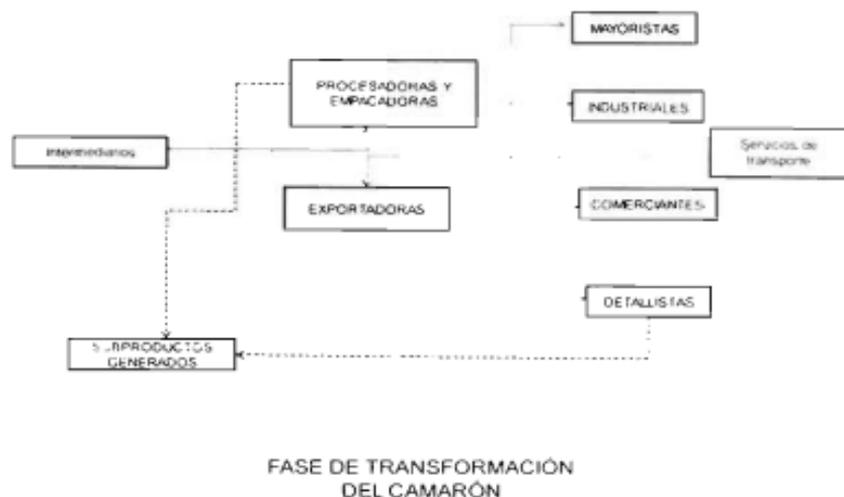
3.5.4 El procesamiento y los subproductos de la actividad pesquera y acuícola en el Sur de Sinaloa.

El proceso que sigue la cadena productiva de pelágicos en la zona Sur de Sinaloa (sardina y atún) tiene características muy particulares en función de las actividades industriales y de acuicultura en la región a diferencia del Noroeste del Pacífico mexicano (Sonora, Baja California Norte y BCS) donde

se desarrolla el cultivo de atún (ranchos atuneros) y se destina parte de la producción de pelágicos a la alimentación de estos y a la exportación del producto mientras que en el sur de Sinaloa la actividad industrial destina sus procesos a la elaboración de harina, soluble y aceite de pescado que se distribuye en el mercado de los alimentos balanceados nacionales y del extranjero. Esta misma empresa es la que absorbe los subproductos de la industria atunera asentada en esta zona.

Por lo que corresponde al camarón el proceso en la cadena productiva del camarón de cultivo en la zona Sur es similar en todo el estado y es muy similar al que se presenta en la Figura 3.6, sin embargo es importante destacar que la mayor parte de las plantas de procesamiento de camarón de mar y de granja, se encuentran en Mazatlán, con 18 empresas registradas en las oficinas de la Secretaría de Salud (SSA) de Mazatlán y cuyas actividades son el procesamiento de productos de la pesca y de la acuicultura donde su producción está destinada al consumidor o bien a los supermercados en la localidad y la región.

El flujo que sigue el procesamiento del camarón en la zona Sur del estado se presenta en la figura 3.6 donde se puede observar que la fase de transformación incluye elementos que no considera la cadena productiva de la figura.3.1.



*Elaborado a partir de encuestas aplicadas a plantas de procesado y detallistas en la zona Sur del estado

Figura 3.6 Estructura general de los eslabones en la transformación del camarón de acuicultura en el Sur de Sinaloa, con énfasis en el manejo de subproductos.

Los resultados de las encuestas aplicadas a las plantas procesadoras y a los centros de distribución y venta de productos pesqueros en la localidad de Mazatlán (atún camarón y calamar) se presentan en la Tabla 3.8 donde se puede apreciar que el subproducto con mayor volumen en el año lo representa el procesamiento del atún con un volumen de 44 000 ton/año (sin considerar los 12,800 litros/año por cocimiento del atún) sin embargo los subproductos se encuentran cautivos por la fábrica de harina que es de la misma empresa que enlata el atún, después del este subproducto se encuentra la cabeza de camarón con un volumen cercano a las 5 mil toneladas anuales, lo que representa el doble de lo estimado de

subproductos basado en la producción por cultivo en la zona sur del estado, esto se explica sin problema pues las plantas procesadoras en la localidad reciben camarón que proviene de otros lugares como es el Norte de Sinaloa y sur de Sonora y del estado de Nayarit.

Cabe destacar que para las diferentes tallas de camarón de estero y de granja se encuentran bien establecidos los cálculos de rendimiento donde las tallas del U/12 al 21/25 y Más rinden 63% del peso sin cefalotórax y las tallas del 26/30 al 71/80 rinden 65% del peso sin cefalotórax.

Además de la generación de los subproductos de las plantas de atún y camarón existe en la región empresas que elaboran calamar deshidratado, sin embargo su producción es pequeña irregular y solo durante 5 meses del año y los subproductos de este proceso se envían al basurero municipal en Mazatlán. Existe en la ciudad de Mazatlán un centro de acopio de la pesca ribereña donde se comercializa su producto además de los mercados y restaurantes de la localidad, este es la Unión de comerciantes del embarcadero a la Isla de la Piedra que genera entre 20 y 30 toneladas mensuales de subproductos, principalmente constituidos por peces marinos de la zona cercana al Puerto de Mazatlán, y cuya producción se está adquiriendo para elaborar harina en el poblado de Villa Unión que pertenece al municipio de Mazatlán.

ESTRUCTURA DE LA CADENA PRODUCTIVA DE ATÚN EN MAZAPLÁN

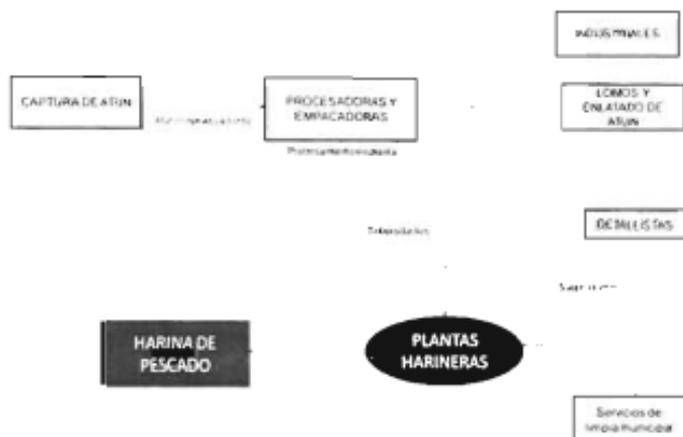


Figura 3.7 Estructura general de los eslabones en la transformación del atún en el Sur de Sinaloa, con énfasis en el manejo de subproductos.

Tabla 3.8 Relación de las plantas principales plantas procesadoras y centro de comercio de camarón, atún, calamar y otros productos pesqueros.

Nombre y dirección de la empresa	Tipos y cantidad de subproductos generados		Destino y uso		Precio del subproducto*
	Líquido*	Sólido**	Líquido	Sólido	
Pescados industrializados, S.A. de C.V. Av. Puerto de Mazatlán 406 Parque Industrial Alfredo V. Bonfil Mazatlán Sin.	12,800 litros/año	44 000 ton. de cabezas cola, viscera/año	No lo emplea y se va al drenaje	Se manda a reducción como harina	\$180 000 Tonelada (Total \$ 4 680.00/año)
Pesquera J. R. Calle: Av. Emilio Barragán 1046 colonia: Montuosa	No está determinado	3 675 Ton/año	No lo emplea y se va al drenaje	Se va al basurero municipal	No determinado
Importadora y exportadora del brinco Av. Emilio Barragán 1010 colonia: Montuosa Mazatlán	No está determinado	1 000 Ton/año	No lo emplea y se va al drenaje	Se va al basurero municipal	No determinado
Unión de comerciantes del embarcadero a la Isla de la Piedra	No está determinado	20-30 Ton/mes	se va al Estero de Urias	Se elabora harina en Villa Unión Sinaloa.	\$10 000/mes
Pesquera Tres Islas S.A. de C.V. Isla Isabel #12 Colonia Casa redonda Mazatlán Sin.	No está determinado	50 Kg/día con producción irregular y solo durante 5 meses del año	No lo emplea y se va al drenaje	Se va al basurero municipal	No determinado

*Información proporcionada por la empresa u organización.

**estimado por el autor.

INTRODUCCIÓN.

La harina de pescado es un producto difícil de sustituir, sin embargo, hoy en día, su adquisición presenta algunos inconvenientes debido a la sobreexplotación de la pesca sobre todo de las especies pelágicas menores que son destinadas para la elaboración de las harinas para abastecer el sector de la industria de alimentos balanceados y como una consecuencia de ello, el impacto negativo que se tiene sobre la abundancia en la población, lo cual provoca escasez del producto. Por esta razón, el incremento de su precio afecta de manera importante la inversión que se destina a los alimentos balanceados para el cultivo de organismos acuáticos (McCoy, 1990; Rodríguez, 1996; El-Sayed, 1999).

Los ensilados pueden ser biológicos y químicos. Los primeros, son aquellos que después de la molienda del pescado, se le adicionan hidratos de carbono (ej. melaza) y microorganismos (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus*, *Candida lipolitica*, etc.) para complementar las necesidades nutricionales. En el caso de los aditivos químicos, se utilizan diferentes ácidos, tales como: ácido fórmico, sulfúrico, clorhídrico, propiónico o mezclas de, acético, fórmico y fosfórico ó fórmico y sulfúrico ó propiónico y sulfúrico. El resultado final en ambos casos es un descenso del pH, es decir la eficacia del aditivo químico depende del valor pH del producto a conservar. Cuanto más bajo es el pH más ácido es un alimento, tantos más efectivos resultan los productos conservantes y por consiguiente, menor cantidad se requiere de éstos (Rodríguez et al., 1990).

El proceso para la obtención de ensilado biológico es práctico, sencillo y económico: no requiere de equipos sofisticados y costosos, como sucede en el caso de la elaboración de harina de pescado. Más aun, este ensilado es más económico que la harina de pescado y que el ensilado químico como suplemento

proteico en las raciones alimenticias de animales, ya que no necesitan de incorporación de ácidos orgánicos e inorgánicos que resulten costoso (Balsinde *et al.*, 2004). Como desventajas del ensilado, debe señalarse que por sus características semi-líquidas, requiere de gran espacio para su almacenamiento en comparación con la harina de pescado (Windsor y Barlow, 1984).

Los subproductos de pescado, resultados de su industrialización y comercialización, pueden causar graves problemas de contaminación al medio ambiente, así como la generación de malos olores, sobre todo cuando estos son arrojados a cuerpos de agua o tiraderos al aire libre. Una forma de minimizar los problemas al medio ambiente, es la transformación de estos en un producto que pueda ser incorporado como ingrediente en alimentos para animales (Ristic *et al.*, 2002). Por lo tanto un producto que podría ser una alternativa viable para la utilización de los subproductos de pescado es la elaboración de ensilado biológico, el cual es de fácil elaboración y de bajo costo de producción comparado con la harina de pescado (Zahar, 2002).

La composición química, el valor nutritivo y calidad de los ensilados depende de diferentes factores como las características de la materia prima la condición fisiológica de la especie, la edad, las características del ambiente, la frescura de la materia prima etc. De tal manera que es importante y necesario definir los criterios para cada material con el que se trabaje en la elaboración de ensilados. Actualmente existen diferentes pruebas químicas que se emplean como criterios de la frescura de los ensilados que son los mismos criterios de frescura para los productos convencionales (Fagbenro, 1994).

El ensilado como alimento para consumo animal debe reunir determinadas condiciones de estabilidad y representar una importante fuente de nutrientes, de ahí la necesidad de evaluarlo y caracterizarlo. Las técnicas que se utilizan para este propósito, incluyen variables como el pH, acidez total, bases volátiles, aminas biogénicas, composición química proximal y los que nos permitan reconocer su

condición microbiológica. Esta información representa la base para confirmar la adecuación de la tecnología del ensilado a cada materia prima y para apoyar en la definición de los procedimientos de manejo post-proceso e inclusive en la diseño de dietas para su uso en la alimentación animal

Se han empleado bacterias ácido lácticas para elaborar ensilados las que acidifican el medio y reducen los valores de pH. El bajo valor de pH y bajas concentraciones de oxígeno en el ensilado, son en parte responsables de su preservación. La formación de aminas biogénicas son un riesgo potencial en estos productos ya que están presentes los aminoácidos precursores de estas, por lo que es importante elegir las bacterias ácido-lácticas que sean capaces de degradar esos metabolitos por medio de amino-oxidasas reduciendo el crecimiento de hongos, bacterias patógenas y responsables de la putrefacción, así la acidez de la fermentación permite la estabilidad de aminoácidos, como isoleucina, treonina, cistina, metionina y lisina manteniendo valores similares a los de la harina de pescado (Batista, 1999; Dapkevicius *et al.*, 2000; Viddotti *et al.*, 2003).

Es necesario, sin embargo, mencionar que el tiempo de almacenamiento del ensilado puede afectar negativamente su preservación, en sabor, color, textura y valor nutricional ya que se acelera la oxidación de lípidos por la luz solar (Kompiang, 1981; FAO, 2003), además, las proteínas en contacto con lípidos oxidados forman complejos que pueden destruir algunos aminoácidos como el triptófano y formar compuestos con la lisina y metionina que los hacen indisponibles (Ferraz de Arruda, 2004) por ello deben utilizarse de inmediato.

La fermentación ácido-láctica puede recuperar algunos componentes de los subproductos como proteína, quitina, minerales y lípidos (López-Cervantes *et al.*, 2006). En Latinoamérica la biotecnología ha utilizado la cabeza de camarón para la recuperación de quitina (Bautista *et al.*, 2001; Cira *et al.*, 2002) y en la obtención de proteínas y lípidos, ya que existe un elevado contenido que han sido reportados

en trabajos como el de Córdova et al. (1990) con los subproductos de perilita (*Lepophidium profundorum*) y cataco (*Tachurus lathamii*); en residuos de filete de tilapia (León-Álamo, 2003; Vidotti, et al., 2003 y Toledo-Pérez, 2007) y en residuos de sardina (González y Marin, 2005).

Las ventajas del ensilado biológico sobre la harina de pescado que se señalan en las bibliografías son varias:

- a. Puede elaborarse a escala deseable, ya que no requiere de grandes y costosas instalaciones para su fabricación (Wignall y Tatterson, 1977; Disney et al., 1978; Windsor y Barlow, 1984; Barral et al., 1989; Arason et al., 1990).
- b. Las proteínas no sufren daño térmico, aventajando así a las harinas de pescado en la conservación de sus propiedades nutricionales (Barral et al., 1989).
- c. La producción de olor es imperceptible (Wignall y Tatterson, 1977; Windsor y Barlow, 1984).
- d. No requiere refrigeración para su conservación. Se conserva en óptimas condiciones para su uso por periodos mayores de un año, incluso a temperatura ambiente muy alta (Raa y Gildberg, 1982; Barral et al., 1989).
- e. El proceso requiere de una menor inversión inicial y tiene menores costos de producción y energéticos, porque no necesita procesos de deshidratación y evaporación (Wignall y Tatterson, 1977; Windsor y Barlow, 1984).

4.1 Objetivos.

Muchos de los subproductos de la pesca y la acuicultura son inestables cuando están frescos y bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Estos materiales sufren un deterioro muy rápido a causa de la propia auto-lisis y por la presencia de bacterias de la putrefacción, por ello el objetivo planteado en este estudio fue caracterizar algunas variables de los ensilados que se incluirán en dietas para juveniles de camarón blanco y tilapia. Por lo que se va a: a) Evaluar proximal y microbiológicamente la materia prima y los ensilados biológicos de los subproductos más abundantes y disponibles de la actividad pesquera y acuicola del Sur de Sinaloa b) Evaluar la inocuidad de la materia prima de los subproductos disponibles y más abundantes en la pesca y la acuicultura del Sur de Sinaloa. c) Caracterizar químicamente el proceso de ensilado biológico y el ensilado de los subproductos de la pesca y la acuicultura del Sur de Sinaloa disponibles y los que se incluirán en las dietas para juveniles de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*).

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS.

4.2.1 Preparación de los ensilados.

Obtención de subproductos. Los subproductos del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* y de tilapia *Oreochromis* sp se obtuvieron de una planta de ahumado de atún en el puerto de Mazatlán (filetun) y de las actividades de fileteado de tilapia que realiza la sociedad cooperativa de producción Pesquera de Siqueros en la presa los Horcones del Tecomate de Siqueros del municipio de Mazatlán.

Los ejemplares que entraron a procesamiento, se pesaron previamente separándose vísceras (VP), cabeza (CP), espinazo (E), piel (P) y carne negra en los atunes (CN). En tilapia se pesaron vísceras y agallas (VA), cabeza y espinazo

o carcasa (C). Los subproductos de ambos se pesaron y procesaron en el Taller de Alimentos del Instituto Tecnológico de Mazatlán.

Los subproductos de sierra (*Scomberomorus sierra*) se obtuvieron de la pesca artesanal que se realiza en las cercanías al puerto de Mazatlán Sinaloa y se utilizaron los subproductos del fileteado. Los subproductos (cabeza, tronco, restos de piel y carne pegada al esqueleto) se recolectaron en el "embarcadero de la isla de la piedra" en Mazatlán, Sinaloa, en el periodo agosto-octubre de 2009 y fueron trasladados en recipientes de plásticos al Taller de alimento del Instituto Tecnológico de Mazatlán.

Para la elaboración del ensilado biológico de subproductos de camarón se usaron cabezas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* procedentes de la acuicultura, con un peso de entre 6 y 8g de peso húmedo, y fueron donados por la planta procesadora, importadora y exportadora "El Brinco" de la ciudad de Mazatlán Sin.

Las cabezas utilizadas para el ensilado se obtuvieron el mismo día de la cosecha en la granja camaronera no pasando más de 6 horas hasta su traslado a la procesadora, manteniendo una calidad de enfriamiento para preservar el producto. Estas se colectaron y posteriormente se trasladaron en recipientes de plásticos al taller de alimentos del Instituto Tecnológico de Mazatlán donde se mantuvieron a -10°C en un congelador marca White – Westinghouse (Electro lux comercial, S.A de C.V México).

Ensilado de subproductos de atún y tilapia. Los subproductos para elaborar el ensilado de atún tuvieron una composición en peso, de 44.93 % cabeza, 16.24 % del espinazo, 13.98 de vísceras y 24.90 % de "carne oscura"; mientras que en tilapia la composición en peso fue de 43.5 % para cabeza, espinazo y piel o carcasa (C) y de 19.5 % para las vísceras, estos subproductos se cortaron en trozos adecuados para su molido, con una cortadora Pratic-1 NS 0296-20 Mapisa® (Mapisa, México) hasta obtener una pasta.

Para la elaboración de los ensilados se adicionó melaza a los subproductos, en proporciones de 12, 15, 20 y 25 % y se mezcló con un molino-mezclador Cripto Peerless LTD® (Peerles, R.U), se adicionó un inóculo comercial de *Lactobacillus casei* cepa Shiota, Yakult® (Yakult, México) utilizando 3 % en una relación volumen/peso que contenía aproximadamente 100×10^6 UFC/ml (de acuerdo al productor), se agregó sorbato de potasio al 0.2 % (peso/peso) (HELM DE MÉXICO, S.A.) como conservador de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM 121-SSA1-1994) y se mezcló nuevamente. Se colocó la mezcla en porciones de 60g dentro de frascos de vidrio con 500g de capacidad cerrándose y colocándose en una incubadora (CAISA®) (Alley, México) a temperatura de 30 ± 1 °C por 96 horas (Figura 4.1).

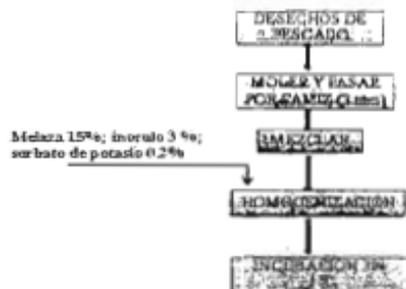


Figura 4.1 Flujo del proceso para la elaboración de ensilado biológico de los subproductos del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* y del fileteado de tilapia *Oreochromis sp.*

Ensilado de subproductos de sierra. Los subproductos del fileteado de sierra fueron troceados y colocados en un molino de carne con tamiz de 3 mm MOMAT® MOD. 10022 (MOMAT, México) hasta obtener una pasta. Para asegurar el mezclado de la materia prima se utilizó, una mezcladora marca Cripto Peerless LTD (Peerles, R.U) agregándole melaza 15%, de Lacto bacilos de un producto comercial yakult al 3% (100×10^6 UFC/ml) y se agregó Sorbato de potasio al 0.2%

(HELM DE MÉXICO, S.A.) continuando hasta homogenizar. El mezclado se colocó en cubetas para su almacenamiento a temperatura ambiente y otra parte en frasco (50g) para determinaciones de pH y acidez, los frascos fueron colocados en incubadora marca CAISA Alley® modelo ICN 3330 a temperatura de 37°C, durante 96 horas (Figura 4.2).



Figura 4.2 Flujo del proceso para la elaboración del ensilado biológico de subproductos de sierra *Scomberomorus sierra*.

Ensilado de cabezas de camarón El contenido de sales de calcio en la cabeza de camarón producen un efecto de amortiguación del ácido (Hall y De Silva, 1994). Por lo que se adicionó melaza en un 15 % y se probaron proporciones de

10, 12 y 15 % de inóculo a los subproductos para evaluar el efecto de amortiguación que se produce por las sales en la quitina de este material.

La cabeza de camarón, se lavó con agua dulce para quitarle la sal, posteriormente fue triturada en una cortadora MOD. Pratic-1 NS 0296-20 MAPISA® hasta obtener una pasta, después de la molienda se pasó por un tamiz de 3 mm, para asegurar un mejor mezclado de los demás ingredientes e incrementar la superficie expuesta para su disponibilidad a la acción de las bacterias ácido lácticas.

Para la elaboración del ensilado se adicionó melaza yogurt comercial Yakult (*L. casei* cepa Shirota), sorbato de potasio. Las cantidades agregadas fueron melaza en un 15 % p/p mezclándola uniformemente después el inóculo comercial de *L. casei* a un 15 % (relación v/p) (100×10^6 UFC/ml) y se agregó Sorbato de potasio al 0.2% (HELM DE MÉXICO, S.A.) para asegurar una buena homogenización de los ingredientes se batió la mezcla por 20 minutos en una mezcladora Marca Cripto Peerless LTD (Peerless, R.U.), después, para la evaluación experimental, se incubó a 37 °C. Los recipientes se colocaron en una incubadora Marca Riossa: EC RIOSSA, México) por 120 horas (Figura 4.3).



Figura 4.3. Flujo del proceso para la elaboración del ensilado biológico de subproductos de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

Evaluación física del ensilado

La evaluación física del ensilado se realizó de acuerdo a Bertullo (1989) considerando las condiciones de olor, color y consistencia y únicamente participaron cuatro personas en la evaluación (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Evaluación de la calidad de los ensilados propuesta por Bertullo (1989), de acuerdo a sus características físicas.

ATRIBUTO	BUENO	REGULAR	INACEPTABLE
Olor	Ácido suave	Picante penetrante	Pútrido rechazable
Color	Amarronado o gris claro	Amarronado o grisáceo claro/oscuro	Gris oscuro, negruzco
Consistencia	líquida	Líquido, pastoso o licuado	Pastoso

4.2.2 Métodos analíticos.

Determinación de pH y acidez total. Para la determinación de pH y acidez total (AT) se siguió la metodología propuesta por Areche et al. (1993) y se evaluó la materia prima y la mezcla de las cero horas y después cada 24 horas llevándose a cabo la cuantificación con un potenciómetro Mettler Toledo seven-multi S20® (Suiza). La titulación se hizo con hidróxido de sodio 0.1N y la AT se consideró como ácido láctico, el cálculo de acidez se presentó en porcentaje y se calculó con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Acidez Titulable} = \frac{G \times N \times D}{M} \times 0.09 \times 100$$

Dónde:

G = Gasto del hidróxido de sodio (Na OH) 0.01N (ml)

N = Normalidad del Na OH (0.01N)

D = Dilución (ml totales de sobrenadante / ml de sobrenadante titulados)

M = peso de la muestra (g).

Composición química proximal. Se determinó la composición química proximal de la materia prima y al ensilado biológico. Los análisis incluyeron la

determinación del nitrógeno proteico y no proteico por el método micro Kjeldahl (Woyewoda, 1986); humedad y cenizas, empleando el método gravimétrico (AOAC, 2002); Lípidos por el método de extracción empleando un equipo Soxhlet, (Olvera et al., 1993) y los carbohidratos que fueron determinados por diferencia. Todos los análisis fueron realizados por triplicado.

Para la determinación del contenido de proteína neta, se procedió a la cuantificación de nitrógeno total presente en el alimento y se restó el contenido de nitrógeno de origen no proteico. La cantidad de nitrógeno restante es multiplicada por el factor de 6.25 para obtener el porcentaje de proteína neta presente en la muestra (Olvera et al., 1993).

Cuantificación de histamina. La histamina es una amina biogénica, producto de la descarboxilación de la histidina y se evaluó únicamente en los subproductos de sierra por ser una especie perteneciente a la familia *Scombridae* que se caracteriza por la formación de esta amina. La histamina se determinó a la materia prima y a la mezcla hasta llegar al ensilado (0, 24, 48, 72 y 96 horas) de los subproductos del fileteado de sierra, utilizándose el método de intercambio iónico descrita por Pan y James (1985) con modificaciones, principalmente en el filtrado. La absorbancia se leyó a 495 nm en un espectrofotómetro Marca: LABTRONIC modelo: V-1600 (ANGSTROM Advanced Inc., EUA). Los valores de absorbancia se sustituyeron en la ecuación de la curva de calibración de donde se obtuvieron las concentraciones de histamina en la muestra analizada.

4. 2. 3 Métodos bacteriológicos.

La evaluación microbiológica se realizó en los ensilados del fileteado de ahumado de atún, tilapia y sierra y en el ensilado de cabezas de camarón de granja. Se evaluaron bacterias aerobias; hongos y levaduras; coliformes y salmonella a la mezcla y al ensilado, en proceso. Para los ensilados de atún y tilapia se evaluó la

materia prima y el ensilado a las 96 horas. Para sierra se hizo la evaluación microbiológica a las 0, 24, 48, 72 y 96 horas. Para cabezas de camarón la evaluación se realizó a las 0, 24, 48, 72, 96, 120, 168 y 456 h, todas de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-092-SSA1- 1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-113-SSA1-1994 y NOM-114-SSA1- 1994 respectivamente y la preparación de reactivos y diluciones utilizadas en las técnicas microbiológicas fue de acuerdo a la NOM-110-SSA1-1994, los resultados se compararon con la NOM-027-SSA1-1994.

El valor TRD es el tiempo en horas requerido para destruir el 90% de la cuenta total de aerobios, para las condiciones de incubación establecidas en el proceso de elaboración del ensilado biológico y es donde se produce una destrucción de microorganismos que corresponde a una cinética de primer orden. La utilidad del valor TRD estriba en que puede ser utilizado en diferentes estudios para el establecimiento de las condiciones óptimas de incubación y para observar el efecto de los ingredientes y aditivos empleados en la preparación de la mezcla a ensilar y la respuesta de los microorganismos a las variaciones en el medio, principalmente la acidez, (López et al., 2002).

La velocidad específica de muerte k corresponde a la pendiente de la curva en el gráfico $\ln N_1$ vs t y se obtiene a partir de la siguiente expresión matemática:

$$\ln (N_1 / N_0) = kt$$

Dónde:

N_0 = número de microorganismos iniciales

N_1 = número de microorganismos sobrevivientes a tiempo t

t = tiempo de contacto ente el desinfectante y el microorganismo

k = velocidad específica de muerte.

El TRD queda determinado por

$$\text{TRD} = 2.3 /k$$

4.3 Análisis estadístico.

Los datos obtenidos en el análisis químico proximal (humedad, proteínas, lípidos, cenizas, NNP y carbohidratos) se les aplicó una prueba de normalidad de Lilliefors y de homocedasticidad de Bartlett y luego fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA 1) y comparación de medias por la prueba de Tukey si los valores obtenidos fueron paramétricos y la prueba de Student-Newman-Keuls cuando no fueron paramétricos, todos con un nivel de significancia del 5% se le determinó a materia prima, mezcla a ensilar (tiempo 0 horas) y ensilado. Las variables fisicoquímicas (pH, Acidez Total e histamina) fueron sometidos en los mismos términos antes expuesto considerando, materia prima, mezcla a ensilar y el ensilado.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

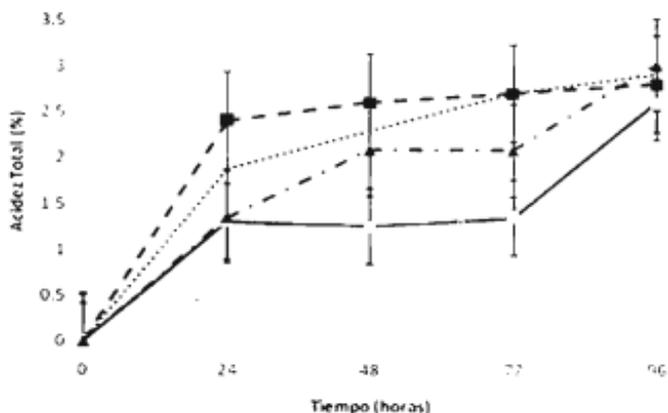
Los ensilados como materia prima en la elaboración de alimentos para el consumo animal debe representar una importante fuente de nutrientes y condiciones que garanticen su inocuidad, de ahí, la necesidad de evaluarlo y caracterizarlo. Esta información representa la base para confirmar la adecuación de la tecnología del ensilado a cada materia prima para apoyar en la definición de los procedimientos de su elaboración y el diseño de dietas para su uso en la alimentación animal.

4.4.1 Efecto de la melaza en la fermentación de subproductos de atún y tilapia

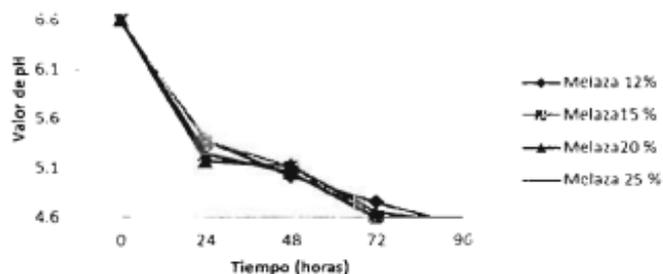
El contenido de agua de la melaza empleada en la elaboración de todos los ensilados elaborados en este trabajo fue de 257.3 ± 4.65 g/kg, las cenizas fueron 82.0 ± 0.32 g/kg y los carbohidratos solubles totales fueron de 579 g/kg (base húmeda).

En las figuras 4.4a y 4.4b se presenta el efecto del porcentaje de melaza para la fermentación, la acidificación más alta en atún (Figura 4.4a) se obtuvo a las 96 horas en todos los niveles de melaza con 3.03 y 2.93 % de AT para el 15 y 20 % de melaza respectivamente y la menor cantidad de AT fue de 2.61 % con el 12 % de melaza. El pH a las 96 horas disminuyó de 6.60 a 4.51, 4.55, 4.53 y 4.58 con melaza al 12, 15, 20 y 25 % respectivamente. sin embargo, la acidez más baja se obtuvo en la proporción de melaza de 12 %.

En el ensilado de Tilapia (Figura 4.5a y 4.5b) también se obtuvo la acidificación más alta a las 96 horas y fue de 1.10, 2.10, 2.12 y 2.16 % de AT en el ensilado con la proporción de melaza de 12%, 15 %, 20 % y 25 % respectivamente. El valor inicial de pH fue 6.94 y disminuyó hasta 4.53 a las 96 horas en las inclusiones de melaza de 20 y 25 % y de 4.63 y 5.00 en los niveles de 15 y 12 % respectivamente. Para los valores de pH y para porcentaje de acidez entre las cuatro proporciones de melaza no se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$).

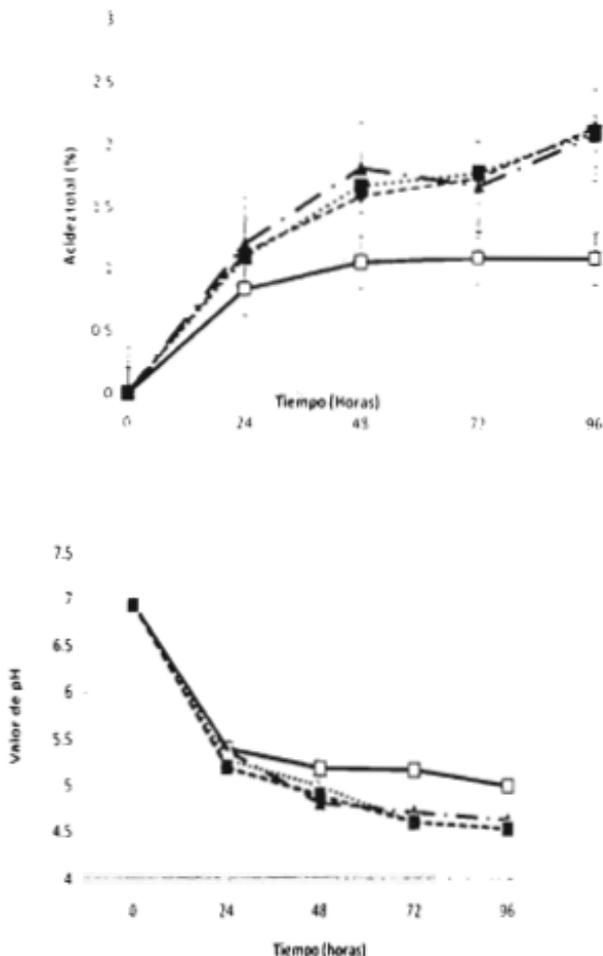


a)



b)

Figura 4.4a y 4.4b. Efecto de la melaza en la fermentación de desechos de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) con inóculo comercial de *Lactobacillus casei* cepa shirota (100×10^6) a) evolución del % de ácido láctico; b) evolución del pH. Símbolos: □ Melaza 12 % ▲ Melaza 15 % X Melaza 20 %; ■ Melaza 25 %.



b)

Figura 4.5a y 4.5b. Efecto de la melaza en la fermentación de desechos del fileteado de tilapia *Oreochromis sp* con inóculo comercial de *Lactobacillus casei* cepa shirota (100X106) a) evolución del % de ácido láctico; b) evolución del pH. Símbolos: □ Melaza 12 %; ▲ Melaza 15 %; X Melaza 20 %; ■ Melaza 25 %.

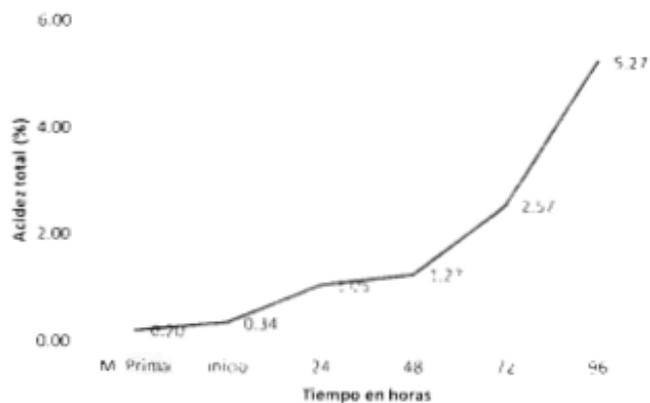
La cantidad mínima de melaza empleada para atún y tilapia fue del 12 %, sin embargo en una de las muestras con la proporción de melaza del 12 % se presentaron signos de putrefacción a las 48 horas y únicamente alcanzó 1.25 % de AT mientras que en ese mismo tiempo los otros porcentajes de melaza tuvieron valores de acidez superiores a 2.0 %.

4.4.2 Ensilados en subproductos de sierra.

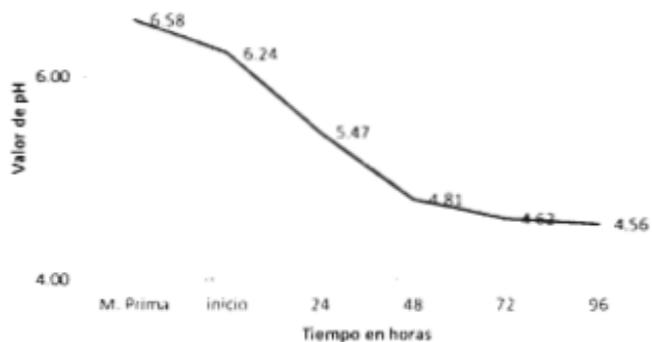
En las figuras 4.6a y 4.6b y la tabla 4.2 se observa una tendencia a la estabilidad del pH después de las 72 horas y se aprecia en que los valores de acidez total presentaron un incremento durante el proceso de ensilaje y los porcentajes de acidez fueron de 0.20, 0.37 y 5.27 % en la materia prima, mezcla y ensilado respectivamente, mientras que el pH en la materia prima y la mezcla fue 6.58, 6.24 y 4.56 respectivamente y es importante señalar que a partir de las 96 horas el pH tiende a estabilizarse, lo que puede ser explicado por la acción amortiguadora de los amino ácidos libres o como parte de las proteínas, y otras sales contenidas en los residuos de los peces o probablemente a la neutralización parcial del ácido por el calcio contenido en los huesos, lo que coincide con lo reportado por Fagbenro y Jauncey (1993).

Tabla 4.2 Promedio de pH y Acidez Total durante el proceso de ensilado biológico de subproductos de sierra.

Tiempo (hrs)	pH	Acidez (%)
Materia Prima (0 h)	6.58 ± 0.02	0.20 ± 0.05
Mezcla (0 h)	6.24 ± 0.01	0.37 ± 0.00
24	5.47 ± 0.01	1.26 ± 0.16
48	4.81 ± 0.01	3.34 ± 0.07
72	4.62 ± 0.01	4.52 ± 0.04
96	4.56 ± 0.03	5.27 ± 0.10



a)



b)

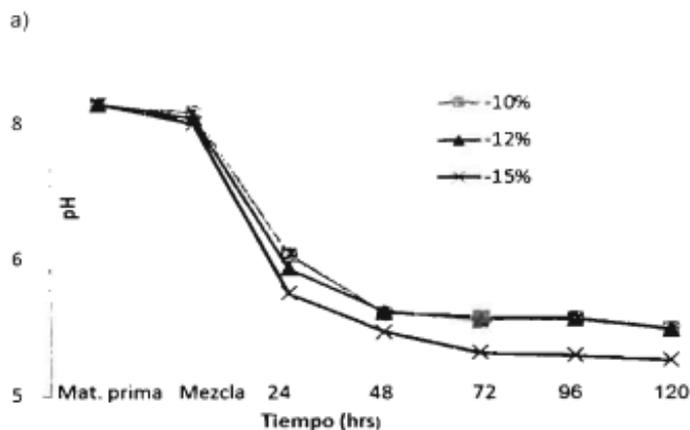
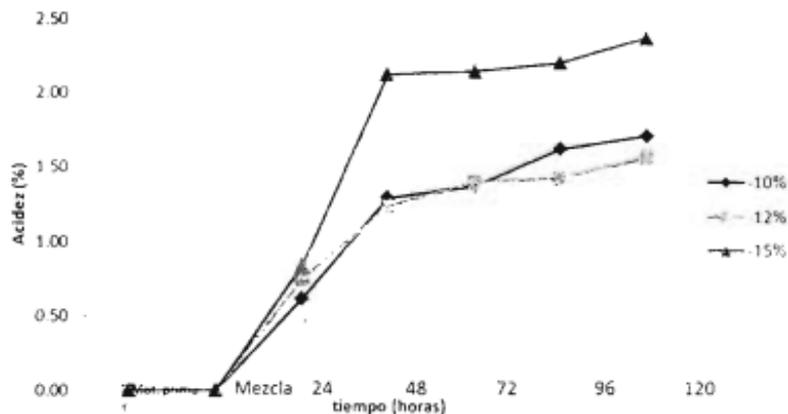
Figura 4.6a y 4.6b Valores de acidez total y pH durante el ensilado de los subproductos del fileteado de sierra (*Scomberomorus sierra*).

4.4.3 Ensilados en cabeza de camarón.

El ensilado de cabeza de camarón el pH inicial fue 7.67 y a las 120 horas de 4.90; la acidez aumentó de 0 % a 2.38 % en 120 horas. En este trabajo se encontró una disminución del pH a través del tiempo y un incremento de la acidez. Se infiere que el aumento en la acidez se debe al ácido láctico producido durante el ensilaje mediante la acción de las bacterias ácido lácticas. Los valores de pH y acidez tienden a mantenerse estables a partir de las 72 h de almacenamiento (Figura 4.7a y 4.7b).

En el ensilado de cabezas de camarón se obtuvo la acidificación más alta a las 120 horas y fue de 1.72, 1.57 y 2.38 % de AT en el ensilado con la proporción de inóculo de 10, 12 y 15 % respectivamente. El valor inicial de pH fue de 7.71 y disminuyó hasta 5.25, 5.24 y 4.90 a las 120 horas con las proporciones de inóculo de 10, 12 y 15% respectivamente (Figura 4.7a y 4.7b) indicando una buena fermentación en el ensilado.

La disminución y aumento del porcentaje de acidez total en el ensilado se empezó a estabilizar a las 72 h. La estabilidad en el pH puede ser debida al efecto de amortiguación de la neutralización parcial del ácido por el calcio de la quitina en las cabezas (Hall y De Silva, 1994) y la presencia de algunos aminoácidos (Gonçalves y Viegas, 2007).



b)

Figura 4.7a y 4.7b. Efecto del porcentaje de inóculo comercial de *Lactobacillus casei* cepa shirota (100×10^6) en la fermentación de cabezas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) con inóculo a) evolución del % de ácido láctico; b) evolución del pH.

La cantidad de melaza empleada para obtener un ensilado son variables. Raa (1982) establece que se requiere mínimo 10 % de melaza y otros trabajos han reportado el empleo de 15 % de melaza (Bello et al., 1992; Nwanna, 2003; Vidotti et al., 2003; González y Marín, 2005 y Toledo-Pérez, 2007).

La diferencia en los valores de pH y la acidez en el ensilado, con la materia prima es debido a la adición de los diferentes ingredientes en la formulación, la concentración de melaza al 15% empleada en este trabajo concuerda con la empleada por Ellouz et al. (2001) quienes experimentaron a distintas concentraciones para saber qué cantidad de carbohidratos tenía mejor efecto en ensilados. Ottati et al. (1990) establecieron que la melaza es un sustrato de fácil adquisición y económico, que resulta ser efectivo como fuente de energía y minerales para el desarrollo de microorganismos fermentadores. Adicionalmente indican que cuando se inocula a los residuos con bacterias acidúricas mezclados con melaza se obtiene ácido en un periodo de tiempo menor lo que favorece un rápido descenso de los valores de pH logrando con esto una estabilidad para el ensilado, pudiendo ser usado como fuente potencial en la composición de un alimento para organismos acuáticos.

Llanes et al. (2007) y Toledo-Pérez et al. (2007) han reportado el empleo de bacterias del yogurt para ensilar desechos de pescado que permiten obtener un ensilado estable que alcanza alrededor de 4.5 de pH. En este trabajo únicamente el ensilado de cabezas de camarón estuvo alejado de ese valor con un pH de 4.9. También González y Marín (2005) utilizan bacterias del yogurt para ensilar pescado y reportaron un porcentaje de acidez de 3.5 a 4.0 % el cual es mayor que el obtenido en atún tilapia y camarón excepto en el ensilado de sierra que se obtuvo 5.27 % de acidez.

El valor del inóculo de 3 % v/p (30×10^6 ufc/ml) empleado en este trabajo, se estableció de acuerdo a lo reportado por diferentes autores que reportan concentraciones que van de 10^6 a 50×10^6 ufc/ml en una relación v/p, para ensilar

desechos pesqueros y acuícolas (Vidotti, 2002; Días, 2005; Toledo Pérez et al. 2007; Llanes, 2007).

González y Marín (2005); reportaron valores máximos de 2.8% de acidez a los 7 días de fermentación del ensilado de sardina (*Sardinella aurita*), mientras que Padilla (1996), reportó valores de 4.6% en ensilados biológicos de subproductos de pescado. Según Ximenes-Carneiro (1991); Lessi et al. (1992) y Padilla (1995) después del tercer día de fermentación la acidez del ensilado comienza a estabilizarse en 4.0%.

Los valores de pH registrados durante el proceso de ensilado, son similares a los obtenidos por Dapkevicius et al. (1998) quien reportó valores alrededor de 4.5 en ensilados biológicos de Bacaladilla "Blue Whiting" (*Micromesistius poutassou*). De manera similar González y Marín (2005), reportaron valores entre 4.4 – 4.5 en ensilados de sardina (*Sardinella aurita*) Yeoh (1979) recomienda un valor de pH por debajo de 5 después de 48 h de elaborada la mezcla.

Batista (1987) encontró para un ensilado de subproductos de pescado valores de pH de 4.39 que es un indicador del grado de calidad del ensilado. Sin embargo, algunos trabajos reportan ensilados con valores de pH de 4.18 a 4.90 (Cira et al., 2002; Plascencia-Jatomea et al., 2002; Vidotti et al., 2002; León-Álamo, 2003; González y Marín 2005; Ramírez-Ramírez et al., 2008), obteniendo buena calidad y en este intervalo se encuentra el pH registrado en este trabajo.

El hecho de que el pH y la acidez lleguen a una estabilidad o una tendencia a ésta después de las 96 horas de fermentación; se debe al cese del proceso fermentativo, debido a que los microorganismos tienden a reducir ligeramente en número, debido al incremento de la acidez y reducción del pH presente en el ensilado que actúan inhibiendo al inóculo y a la disminución de la fuente de carbono (melaza) incorporada inicialmente (Otatti et al. 1990).

A lo anterior habría que incluir el hecho de que conforme el pH disminuye, el grado de disociación del ácido láctico también es menor. Por lo tanto, el ácido láctico producido durante la fermentación no se disocia al 100% y conforme disminuye el pH, el grado de disociación se reduce. En virtud de que el pH al final de las 96 h de incubación fue de 4.56 (pH superior al pKa del ácido láctico), la disociación siempre se presentó a un grado mayor del 50%. La disminución del pH es el principio de conservación del ensilado, como se obtuvo en este trabajo, concordando con el incremento en el % de acidez y confirmando que las condiciones de incubación fueron adecuadas.

Dada las características químicas del ácido láctico en términos de su grado de disociación en función del pH, se tiene que una disociación al 50% se daría en un medio con un pH de 3.86 (pKa del ácido láctico) (Fennema, 1996). En este estudio, la materia prima utilizada presentó un pH cercano a la neutralidad.

4.4.4 Caracterización física de los ensilados.

En la Tabla 4.3 se presentan las características físicas del ensilado al cabo de seis días de fermentación, donde se observa que el color de los ensilados de los subproductos de tilapia son más claros (grisáceo) que los ensilados de atún, que son más oscuros (marrón) por el color natural del músculo en cada especie, teniendo en cuenta las proporciones de melaza. El olor indicó en ambos ensilados que son similares y agradables, sin ningún indicio de proceso de descomposición lo cual coincide con los resultados de Vidotti et al. (2002) que encontró que los ensilados originan productos con características diferentes, atendiendo a la especie utilizada. Otro indicador es la consistencia, la cual es pastosa en el ensilado de atún porque a pesar de que se observó presencia de líquido exudado, la cantidad no era suficiente para darles una consistencia pastosa-líquida, lo que sí sucedió en el ensilado de tilapia, que tuvo mayor contenido de vísceras, liberando agua de los tejidos y repercutiendo en la licuefacción del mismo, por la hidrólisis

de las proteínas del pescado, desarrollando un proceso enzimático independiente de la producción de ácidos (Bello, 1994; Toledo Pérez et al., 2007).

Tabla 4.3 Evaluación física de ensilados biológicos elaborados con subproductos de las actividades pesqueras y acuícolas en el Sur de Sinaloa, México

ENSILADO	OLOR	COLOR	CONSISTENCIA
Atún aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>)	Dulce-ácido con suave olor a aceite de pescado	Marrón con gris (tono oscuro)	Pastoso con poco liquido en la base de la pasta
Tilapia (<i>Oreochromis sp</i>)	Ligeramente picante	Canela tono gris	Pastoso con poco liquido en la base de la pasta
Sierra del Pacifico (<i>Scomberomorus sierra</i>)	Dulce-ácido olor a aceite de pescado	Amarronado	Liquido
Cabeza de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	Dulce-ácido con suave olor a aceite de pescado	Amarronado	Liquido

4.4.5. Composición proximal.

Composición proximal en subproductos de atún y tilapia. En la Tabla 4.4 se presentan los resultados del análisis proximal de la materia prima y de los ensilados del atún y tilapia donde se reporta que la humedad fue ligeramente menor en los ensilados, lo mismo que en proteínas. La proteína en el ensilado de tilapia es aparentemente menor por el mayor contenido de humedad. El contenido

de humedad del ensilado de atún y tilapia preparado en este estudio fue 51.12 y 66.77 % respectivamente. La cantidad de lípidos crudos fue mayor en tilapia que en el atún y no se observaron diferencias en los contenidos de fibra y cenizas entre el material crudo y el ensilado para ambas especies.

Tabla 4.4 Composición proximal (base húmeda) de la materia prima y ensilado de los desechos del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* y del fileteado de la tilapia *Oreochromis sp.*

COMPONENTES	Atún (<i>Thunnus albacares</i>)	Tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>)	Ensilado de atún ¹ (<i>Thunnus albacares</i>)	Ensilado de Tilapia ¹ (<i>Oreochromis sp.</i>)
Humedad (%)	53.54±1.62	67.54±0.76	51.12±0.76	66.77±0.45
Proteína cruda (%)	15.45±0.52	10.27±0.13	14.92±0.49	8.92±0.76
Lípidos crudos (%)	13.16±1.08	13.75±0.18	6.97±0.43	5.33±0.17
Fibra cruda (%)	0.91±0.22	0.36±0.04	0.65±0.11	0.14±0.01
Cenizas (%)	9.11±0.27	3.26±0.67	10.32±0.06	3.34±0.13
ELN ²	7.83	4.82	16.01	15.5
Total	100	100	99.99	100
pH	5.38	6.94	4.53-4.61	4.53-5.00
Ácido láctico (%)	ND ³	ND	2.61-3.03	1.10-2.16

¹Ensilado elaborado con 15 % de melaza (peso peso) y 2% de un producto comercial (x p) después de 96 horas de fermentación.

²Extracto libre de Nitrógeno = 100-(% proteína cruda + % fibra cruda + % lípidos crudos + % cenizas).

³El término ND se refiere a que no se determinó la acidez en el tiempo ceto.

La diferencia entre la composición química de la materia prima, mezcla y ensilado, se puede explicar por dos razones: la primera por el factor de dilución al incorporarse la melaza y los otros ingredientes para elaborar el ensilado y también

por la pérdida de dióxido de carbono y etanol (por evaporación) como resultado de la fermentación de las levaduras (Fagbenro y Jauncey, 1993, 1994) y Vidotti et al., (2002; 2003). El ensilado de tilapia, fue considerablemente menor al reportado por Fagbenro y Jauncey (1993) y obtuvieron valores de humedad de alrededor del 70% y superior al reportado por León- Álamo (2003) quien obtuvo 50.62 % de humedad. El contenido de proteína cruda en base húmeda (BH) fue menor en los ensilados que en la materia prima (14.92 y 8.92 % para atún y tilapia respectivamente). Los lípidos tuvieron mayor contenido en el ensilado de atún que en tilapia (6.97 y 5.33 respectivamente) y fueron menores en los ensilados por el efecto de dilución al preparar la mezcla y posiblemente por las actividades lipolíticas de los microorganismos que durante la etapa de la fermentación pueden crecer y consecuentemente liberar sus lipasas (Faid et al., 1997)

Los valores de proteína cruda del ensilado de atún reportados en este trabajo son menor que lo reportado por FAO (2003) para ensilado de residuos (69.9 %), sin embargo ese reporte es en base seca, lo mismo para lípidos y cenizas con valores de 12.2 y 10.5 % respectivamente, siendo mayor el contenido de lípidos y muy semejantes al obtenido en este trabajo. Las diferencias en contenido de proteína y lípidos pueden deberse a la especie y el estado de madurez del pez. León- Álamo (2003) reporta para tilapia 26.12 y 15.16 % de proteína cruda y lípidos, respectivamente (en base seca) que son valores ligeramente mayores a los obtenidos en este trabajo, mientras que Ferraz de Arruda (2004) reporta 12.85 % de proteína cruda, 3.89 % para lípidos y 4.17 % para cenizas cuyos valores son semejantes a los obtenidos en este trabajo.

El contenido de lípidos en los diferentes estudios publicados sobre ensilados y cualquier otro proceso que emplee recursos pesqueros, siempre estará sujeto a una importante variación, de factores (Huss, 1998). Con relación a los valores de fibra, en tilapia existe menor contenido por lo que su harina puede ser altamente digestible (Nwana, 2003). En los ensilados el extracto libre de nitrógeno presentó un valor superior a la materia prima lo que se presenta por la melaza que se

agrega a los subproductos de pescado para el proceso de fermentación (Vidotti et al., 2002; Ramírez-Ramírez et al., 2008).

Ferraz de Arruda (2004), obtuvo valores de 4.17 % de cenizas en la caracterización de ensilados elaborados a partir de subproductos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Estos valores son similares a los reportados por Córdova (1990), de 4.2 a 4.8% de cenizas en ensilados de Cataco (*Trachurus lathami*) y de perlita o bacaraila (*Micromesistius australis*) respectivamente, los cuales son similares a los reportados aquí. La concentración de cenizas en el ensilado estará influenciada principalmente por dos factores: por una parte, las características de la materia prima (pescado entero, pescado eviscerado, subproductos de pescado en general o por el tipo de subproductos) y por otra parte, la formulación empleada para elaborar la mezcla a ensilar.

Composición proximal en subproductos de sierra. Estos resultados están descritos para la materia prima, mezcla a ensilar y ensilado de subproductos de sierra (*Scomberomorus sierra*) que se obtuvieron en Mazatlán, Sinaloa durante el periodo de agosto-octubre de 2009. Como se observa en la Tabla 4.5 en general existe mayor similitud entre la mezcla y el ensilado, teniendo diferencias entre estos con respecto a la materia prima.

Tabla 4.5. Composición proximal de los subproductos y ensilado biológico de sierra (*Scomberomorus sierra*) elaboradas durante el periodo de agosto a octubre de 2009 en Mazatlán Sinaloa.

Variables	Materia prima		Mezcla		Ensilado	
	BH	BS	BH	BS	BH	BS
Humedad	68.42 ^a ±0.39		63.05 ^b ±0.05		63.86 ^b ±0.12	
Proteína cruda	14.28 ^a ±0.18	45.24 ^a ±1.1	14.35 ^a ±0.06	38.82 ^b ±0.1	12.21 ^b ±0.33	33.78 ^c ±0.8
Proteína neta	12.83 ^a ±0.16	40.65 ^a ±1.0	7.82 ^b ±0.30	21.16 ^b ±0.82	4.40 ^c ±0.36	12.18 ^c ±1.00
N-No Proteico	0.23 ^c ±0.004	0.73 ^c ±0.02	1.04 ^b ±0.05	2.83 ^b ±0.16	1.25 ^a ±0.02	3.46 ^a ±0.07
Ceniza	4.50 ^b ±0.45	14.26 ^a ±1.3	5.17 ^{ab} ±0.36	13.99 ^a ±1.0	5.74 ^a ±0.18	15.87 ^a ±0.51
Lípidos	11.61 ^a ±0.03	36.75 ^a ±0.39	6.89 ^b ±0.23	18.64 ^c ±0.64	7.65 ^c ±0.31	21.25 ^c ±0.8
Carbohidratos	0.96±0.6	3.01±1.7	9.50±0.6	25.72±1.4	9.23±0.3	25.6±1.0
Fibra	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Los valores son la media y desviación estándar. Los superíndices iguales en la misma fila significa que los valores son estadísticamente iguales ($p < 0.05$). Las comparaciones de superíndices se hacen para valores en base húmeda o para valores en base seca.

El contenido de humedad del ensilado elaborado para este estudio (63.86 %), fue considerablemente menor al reportado por Fagbenro y Jauncey (1993), para ensilado de tilapia, quienes obtuvieron valores de humedad de alrededor del 70%. Esta diferencia se explica por el hecho de que la materia prima utilizada para la elaboración del ensilado en estudio, los subproductos de sierra no incluyeron las vísceras, en tanto que Fagbenro y Jauncey (1993), elaboraron el ensilado a partir de tilapia enteras. Los resultados muestran una reducción del contenido de humedad entre la materia prima y la mezcla, pero no se observa cambio de humedad entre la mezcla y ensilado. Lo anterior refleja que el principal factor fue el efecto de dilución al preparar la mezcla y que durante el proceso de ensilado no se presentó de manera significativa la formación de volátiles producto de la fermentación de las levaduras (esta información no fue confirmada en este estudio).

Los valores porcentuales de proteína cruda obtenidos en la materia prima, mezcla y ensilado en base húmeda fueron 14.28, 14.35 y 12.21 y en base seca 45.24,

38.82 y 33.78 respectivamente. Sin embargo, considerando la proporción de nitrógeno no proteico, los valores del contenido de proteína neta, en base húmeda fueron de 12.83, 7.82 y 4.40 observándose que existe diferencia significativa ($p > 0.05$) en el contenido de proteína neta entre los tres sistemas. Se presenta mayor concentración de proteína neta en la materia prima con respecto a la mezcla básicamente al efecto de dilución por la incorporación de los ingredientes.

Lo que concuerda con los valores obtenidos para el nitrógeno no proteico (NNP) donde los valores de NNP en base húmeda para la materia prima, mezcla y ensilado fueron de 0.23, 1.04 y 1.25 % respectivamente, además de presentar diferencias significativas entre el ensilado contra la materia prima y la mezcla ($p > 0.05$). La mayor concentración de NNP de la mezcla con respecto a la materia prima, se puede explicar por el hecho de que la melaza contiene de 4.4 a 12.6 % de compuestos nitrogenados como lo reportan Figueroa y Ly (1990) que se cuantificaron durante la determinación de esta variable metro. Por otra parte, la mayor concentración de NNP en el ensilado con respecto a la mezcla inicial, refleja la ocurrencia de actividad proteolítica durante el proceso de ensilado, lo que aumenta la tasa de compuestos nitrogenados no proteicos y en consecuencia disminuye la cantidad de proteína neta.

El menor contenido de proteína neta en el ensilado, con respecto a la mezcla inicial, podría explicarse, también por la actividad proteolítica desarrollada durante el proceso del ensilado. De acuerdo con Dapkevicius et al. (1998), durante el proceso de ensilado, se produce una disminución en el valor de pH, lo que puede dar lugar a diferencias en la actividad de las proteasas del ensilado. Sin embargo, los resultados sugieren que la actividad proteolítica presentada fue importante, lo que presuntamente implicaría un incremento en el valor del nitrógeno no proteico.

Los porcentajes de NNP determinados en este estudio para el ensilado, coinciden con los reportados por Faid et al. (1997) quienes determinaron valores de NNP de 0.5% a 1.5% en ensilados de subproductos de sardina (*Sardina pilchardus*). Sin

embargo, son bastante menor a lo reportado por Fagbenro y Jauncey (1993), con NNP entre 15.8 y 28.5% en ensilados biológicos de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Faid et al. (1997) explica que el incremento de NNP podría indicar degradación de proteínas dando lugar a la generación de aminoácidos y otros metabolitos, por su parte, González y Marín (2005), exponen que la actividad autolítica aumenta durante el almacenamiento del ensilado, donde se incrementa el contenido de amonio (NH₃), aminas, aminoácidos y péptidos, los cuales se cuantifican como nitrógeno no proteico.

Para los lípidos en base húmeda para la materia prima, mezcla y ensilado se obtuvieron valores de 11.61, 6.89, y 7.69 % respectivamente, aquí se observa una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre el ensilado con respecto a la materia prima y la mezcla en base húmeda y base seca entre los tres sistemas. El porcentaje de lípidos determinado en este trabajo para el ensilado es similar al reportado por Hall y Ledward (1986), que reportaron valores de lípidos entre 6 y 18% en ensilados de sardinas, lo que indica un alto contenido de estos en sierra. El contenido de lípidos en la materia prima subproductos de sierra del Pacífico (*Scomberomorus sierra*) utilizada en este estudio, fue elevado debido a que se encontraba en época de reproducción (Agosto - Octubre del 2009), como lo reporta el INP (2001).

La mayor concentración de lípidos en el ensilado se puede explicar de acuerdo con Fagbenro y Jauncey (1993) y Stecher et al. (1968), al hecho de que el ácido láctico generado por las bacterias lácticas durante el proceso de ensilaje es soluble en éter de petróleo y por lo tanto extraíble en la determinación de lípidos. La técnica empleada en este estudio, involucró el uso de éter de petróleo y en efecto no pareciera existir otro factor que explique dicho comportamiento durante el proceso de ensilado.

El contenido de lípidos en los diferentes estudios publicados sobre ensilados y cualquier otro proceso que emplee recursos pesqueros, siempre estará sujeto a una importante variación, por factores inherentes a dichos recursos, tales como

edad del recurso pesquero y época del año, como se expone en la literatura (Huss, 1998).

Los resultados obtenidos en el análisis de ceniza en: materia prima, mezcla y ensilado (4.50, 5.17 y 5.74 % respectivamente), solo muestran diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la materia prima y el ensilado. En este estudio no se contempló metodología analítica para estudiar dicha diferencia. Este componente aparentemente no muestra una disminución por efecto de dilución al preparar la mezcla, lo anterior se debe a que la melaza contiene una importante cantidad de cenizas, lo que compensa dicho efecto quedando un contenido de cenizas en la mezcla similar al de la materia prima. La melaza utilizada en este estudio presentó un contenido de cenizas de 8.2 % en base húmeda, valor similar al reportado por Pérez et al. (2004).

Finalmente en cuanto a los carbohidratos, los cálculos fueron de 0.96 % para la materia prima, mezcla 9.50 % y ensilado 9.23 % para el ensilado, la diferencia entre la materia prima con respecto a la mezcla y al ensilado se debe a la cantidad de melaza utilizada para la preparación de la mezcla a ensilar, adicionada precisamente como fuente de carbohidratos fermentables, dada la baja concentración de estos en la materia prima (Huss, 1998). La melaza es rica en carbohidratos que pueden estar presentes como azúcares totales hasta en un 86.1% según lo reportado por Figueroa y Ly (1990).

Composición proximal en cabeza de camarón. Los resultados de los análisis proximales de los subproductos de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) se presentan en porcentaje en la Tabla 4.6 y estos resultados están referidos a la materia prima, mezcla y al ensilado biológico de 120 horas tanto en base húmeda como en base seca. En general se muestran importantes diferencias entre la mezcla y el ensilado con respecto a la materia prima

Tabla 4.6 Valores obtenidos de la identificación nutricional de la materia prima, mezcla y ensilado biológico de cabeza de camarón *Litopenaeus vannamei*.

Variables	MATERIA PRIMA		MEZCLA		ENSILADO	
	BH	BS	BH	BS	BH	BS
Humedad	73.65 ^a ±0.70		68.44 ^b ±0.44		71.57 ^c ±0.10	
Proteína cruda	12.45 ^a ±0.32	47.27 ^b ±0.51	10.64 ^b ±0.15	33.73 ^b ±0.63	9.67 ^c ±0.20	34.05 ^c ±0.67
Proteína neta	6.98.0 ^a ±0.31	26.49 ^b ±0.69	5.00 ^b ±0.09	15.93 ^b ±0.36	3.50 ^c ±0.19	12.33 ^c ±0.69
N-No proteico	0.87 ^a ±0.00	3.32 ^b ±0.07	0.89 ^b ±0.01	2.85 ^c ±0.04	0.98 ^c ±0.09	3.47 ^c ±0.02
Lípidos	4.17 ^a ±0.15	15.82 ^b ±0.71	2.12 ^b ±0.27	6.72 ^b ±.95	2.93 ^c ±0.31	10.32 ^c ±1.11
Cenizas	3.93 ^a ±0.17	14.93 ^b ±0.76	7.62 ^b ±0.26	24.15 ^b ±1.16	4.11 ^c ±0.01	14.47 ^c ±0.07
Carbohidratos	4.93 ^a ±0.64	18.66±0.68	10.29 ^b ±0.92	32.55±1.0	16.88 ^b ±0.52	37.69±0.07

Los valores son la media y desviación estándar. Los superíndices iguales en la misma fila significa que los valores son estadísticamente iguales ($p < 0.05$). Las comparaciones de superíndices se hacen para valores en base húmeda o para valores en base seca.

La diferencia en la composición química proximal de la materia prima, mezcla y ensilado, se puede explicar por el factor de dilución al incorporarse la melaza y los otros ingredientes para elaborar el ensilado y también por la pérdida de dióxido de carbono y etanol (por evaporación) como resultado de la fermentación de las levaduras como lo explican Fagbenro y Jauncey (1993, 1994) y Vidotti et al. (2003).

Existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para la humedad entre la materia prima, la mezcla y el ensilado. El contenido de humedad del ensilado es muy similar a lo reportado por Plascencia et al. (2002), que elaboraron un hidrolizado de cabeza de camarón blanco y obtuvieron valores de humedad de 69.2%; también Bueno et al., (2009) trabajaron con hidrolizados de cabezas de camarón obteniendo una humedad de 83.29 % que fue superior al de este trabajo, pero hay que considerar que ellos obtuvieron un hidrolizado que contiene mucho más humedad que el ensilado; otro trabajo es el de Nwanna (2003), que elaboró ensilado de cabezas

de camarón como sustitución de proteína de harina de pescado en dietas para Clarias *Clarias gariepinus*, reportando una humedad en base seca del ensilado de 10.58% sin embargo en ese trabajo se secó el ensilado con harina de plumas de ave, disminuyendo con esto la humedad contenida en el ensilado

Los valores porcentuales de proteína cruda obtenidos en la materia prima, mezcla y ensilado fueron en base húmeda 12.45, 10.64 y 9.67 con diferencia significativa ($p < 0.05$) y la proteína cruda en base seca 47.27, 33.73 y 34.05 respectivamente, con diferencia significativa entre la materia prima y la mezcla y el ensilado ($p < 0.05$), pero sin diferencia entre la mezcla y el ensilado. Sin embargo, considerando la proporción de nitrógeno no proteico, la proteína neta fue de 26.49, 15.93 y 12.33, para materia prima, mezcla y ensilado, respectivamente observándose que hay diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de proteína neta entre los tres sistemas. La mayor concentración de proteína neta en la materia prima con respecto a la mezcla se debe básicamente al efecto de dilución por la incorporación de los ingredientes.

Goncalves y Viegas (2007) en ensilados biológicos de residuos de camarón, obtuvieron 24.62 y 22.41 % de proteína cruda en la mezcla a las 120 h, estos valores se encuentran por debajo de lo obtenido en este trabajo; Nwanna (2003), reporta 58.96 % de proteína cruda en el ensilado, esta cantidad de proteína es superior a lo encontrado en este trabajo, lo que puede deberse a que el autor para secar el ensilado lo enriqueció con la proteína de harina de pluma de aves que agregó para secar el ensilado. Fagbenro (1996), reportó 41.93 % y 43.38 % como proteína de la mezcla y ensilado respectivamente, por su parte Plascencia et al., (2002), obtuvieron valores de 30% de proteína cruda similar a lo reportado en este trabajo.

Lo anterior coincide con los valores determinados para el nitrógeno no proteico (NNP). Como se puede observar en la Tabla 4.5 donde los valores de NNP en base húmeda para la materia prima, mezcla y ensilado fueron de 0.87, 0.89 y 0.98

% y en base seca 3.3, 2.8 y 3.5 % respectivamente, además no presentan diferencias significativas entre el ensilado contra la materia prima y la mezcla ($p < 0.05$).

Las variaciones en el NNP durante el almacenamiento se pueden atribuir al aumento de hidrólisis de las proteínas por las enzimas bacterianas (Joseph et al., 1998). Por otra parte, la mayor concentración de NNP en el ensilado con respecto a la mezcla inicial, refleja la ocurrencia de actividad proteolítica durante el proceso de ensilado, lo que aumenta la tasa de compuestos nitrogenados no proteicos y en consecuencia disminuye la cantidad de proteína neta (Bernal, 2010).

En general se puede considerar que el menor contenido de proteína neta en el ensilado, con respecto a la mezcla inicial, podría explicarse por la actividad proteolítica desarrollada durante el proceso del ensilado. De acuerdo con Dapkevicius et al. (1998), durante el proceso de ensilado, se produce una disminución en el valor de pH, lo que puede dar lugar a diferencias en la actividad de las proteasas del ensilado. Sin embargo, los resultados sugieren que la actividad proteolítica presentada fue importante, lo que implicaría un incremento en la tasa de nitrógeno no proteico.

Los porcentajes de NNP determinados en este estudio para el ensilado, coinciden con los reportados por Goncalves y Viegas (2007), quienes determinaron valores de NNP de 3.85 % en base seca en ensilados de cabeza de camarón. Sin embargo, difieren de los reportados por Fagbenro (1996), quienes reportaron valores de NNP de 50.1 % en el ensilado biológico de cabeza de camarón a los 180 días. Faid et al., (1997) explica que el incremento de NNP podría indicar degradación de proteínas dando lugar a la generación de aminoácidos y otros metabolitos. Por su parte, González y Marín (2005), expone que la actividad autolítica aumenta durante el almacenamiento del ensilado, donde se incrementa el contenido de amonio (NH_3), aminas, aminoácidos y péptidos, los cuales se cuantifican como nitrógeno no proteico.

Para los lípidos, los resultados en base húmeda para la materia prima, mezcla y ensilado fueron en base seca de 15.82, 6.72 y 10.32 % respectivamente y presentar diferencia significativa ($p < 0.05$). Estos valores concuerdan con lo reportado por Fagbenro (1996), que obtuvo valores de 12.54 % en base seca para el ensilado y Plascencia et al. (2002) reportaron 15.0 % en base seca para el ensilado de cabeza de camarón coincidiendo con los valores obtenidos en este trabajo a diferencia de los valores encontrados por Goncalves et al. (2007) de 2.5 % en un ensilado de cabezas de camarón a los 7 días. La mayor concentración de lípidos en el ensilado se puede explicar de acuerdo con Fagbenro y Jauncey (1993) y Stecher et al. (1968), ya que el ácido láctico generado por las bacterias ácido-lácticas durante el proceso de ensilaje es soluble en éter de petróleo y por lo tanto extraíble en la determinación de lípidos. La técnica empleada en este trabajo (soxhlet), involucró el uso de éter de petróleo y en efecto no pareciera existir otro factor que explique dicho comportamiento en este componente durante el proceso de ensilado (Bernal, 2010).

El contenido de lípidos en los diferentes estudios publicados sobre ensilados y cualquier otro proceso que emplee recursos pesqueros, siempre estará sujeto a una importante variación, por factores inherentes a dichos recursos, tales como edad del recurso pesquero y época del año, como se expone en la literatura (Huss, 1998).

Los valores de cenizas en: materia prima, mezcla y ensilado (14.93, 24.15 y 14.47 % respectivamente), los cuales tienen diferencias significativas ($p > 0.05$) lo que se debe a la cantidad de cenizas que tiene la melaza y la cantidad agregada por la quitina del exoesqueleto de la cabeza de camarón, incrementando el contenido de cenizas. La melaza utilizada en este estudio presentó un contenido de cenizas de 8.2 % en base húmeda. La ceniza en este trabajo es menor que lo reportado por Plascencia et al. (2002) con 17.6 %, y 21.87 % reportado en base seca por Nwanna (2003). Esta diferencia se explica a la metodología usada para secar el ensilado, la cual consistió en agregarle harina de plumas, logrando con esto

aumentar los valores proximales del ensilado. El valor de ceniza reportado por Oliveira et al. (2007) en un trabajo con ensilado de cabeza de camarón reportó 16.0 %, que es más similar a lo encontrado en este estudio.

Los valores de carbohidratos, en este trabajo, presentaron diferencia entre la materia prima con respecto a la mezcla y al ensilado lo que se puede entender por la cantidad de melaza utilizada para la fermentación adicionada precisamente como fuente de carbohidratos fermentables, dada la baja concentración de estos en la materia prima (Huss, 1998).

Es importante aclarar que el aumento de carbohidratos no es real y es una sobreestimación de carbohidratos implícita en el procedimiento empleado para su cálculo. Los compuestos nitrogenados no proteicos, no son determinados como tales, como en el caso de las proteínas dada la falta de un factor como en el caso de las proteínas. Solo se determina la cantidad de nitrógeno que proviene de dichos compuestos, por lo que la diferencia no calculada se incluye en los carbohidratos, los que son determinados por diferencia al 100%. Durante el proceso de ensilado además de la fermentación también se presenta actividad proteolítica, que incrementa la cantidad de compuestos nitrogenados no proteicos y disminuye la concentración de proteínas. Esto explica porque la sobreestimación de carbohidratos es mayor en el ensilado que en la mezcla y en la materia prima (Bernal, 2010).

4.4.6 Histamina en ensilados de sierra.

La Figura 4.8 muestra los valores de concentración de histamina para la materia prima, mezcla y ensilado. Se observa que dichos valores presentan incremento conforme va transcurriendo el tiempo, de 14.8 a 36.1 mg/100 g de ensilado, a las 0 y 96 h respectivamente. La disminución en el valor que se observa entre la materia

prima y la mezcla, se debe al efecto de dilución que se presenta al incorporar los ingredientes.

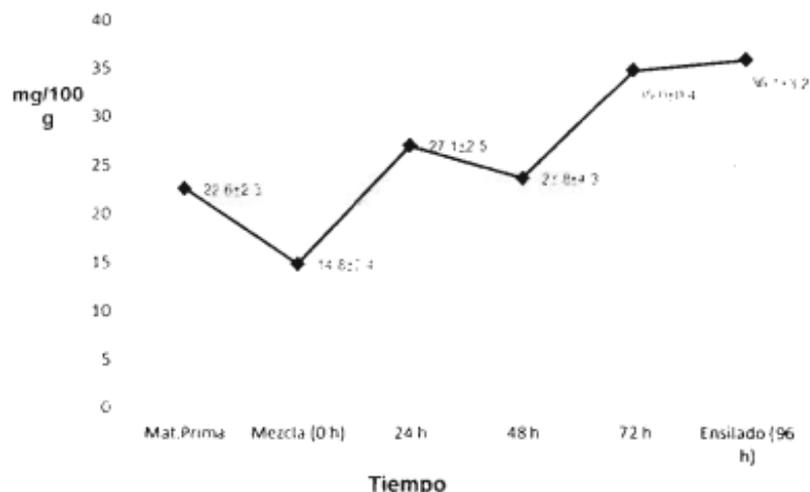


Figura 4.8. Comportamiento de las concentraciones de histamina durante el proceso del ensilaje.

Es importante conocer la concentración de histamina al inicio y al final de cualquier proceso de ensilaje ya que afecta la calidad biológica del ensilado que podría ser utilizado como materia prima para elaborar alimento para animales (Lassen, 1994). La histamina es una amina biogénica producto de la acción descarboxiladora de la histidina, en la que participan determinado tipo de microorganismos (Zahar et al, 2002; Thadhani et al, 2002; Lawley et al, 2008). El incremento en la concentración de histamina observado en este estudio durante el periodo de incubación, denota la presencia y actividad de bacterias con capacidad para producir esta amina

Zahar et al. (2002), reportó para el caso de ensilados de sardina entera y desechos de sardina (*Sardina pilchardus*) valores de 11 y 60 mg/100 g al inicio y a los 5 días de incubación respectivamente, después de este periodo, la concentración de histamina disminuyó hasta 32 mg/100 g manteniéndose estable por 40 días. La producción de histamina durante el ensilaje de residuos de pescado puede ser esencialmente relacionada con la actividad de Enterobacterias las cuales existen en la materia prima (El Marrakchi et al., 1993 citado por Zahar et al., 2002). Bengmark (1996), expone que en el aumento de la concentración de histamina participan los *Lactobacillus* spp, quienes producen esta amina como parte su metabolismo. De acuerdo con Eitenmiller et al (1981) citado por Zahar et al (2002), el rango de pH óptimo para el desarrollo de bacterias descarboxilantes formadoras de histamina está entre 5.0 y 6.5, lo que explica el incremento observado en este estudio en las primeras 48 h, donde el pH había disminuido de 6.24 a 4.81.

Para el caso de productos pesqueros destinados al consumo humano la NOM-028-SSA1-1993, contempla un límite máximo de 200 mg/kg (ppm). Según Lawley et al. (2008), la Administración de Drogas y Alimentos de los EEUU (FDA, por sus siglas en inglés) contempla límites de 50 ppm, el Codex internacional 100 ppm y Australia y Nueva Zelanda contemplan límites de 200 ppm. Evidentemente frente a estos límites especificados para alimentos para consumo humano, los valores obtenidos en este estudio son mayores. Sin embargo, habría que insistir en que el ensilado biológico es un alimento destinado para consumo animal. El incremento observado es en realidad inferior al que se presentaría en caso de que los desechos entraran al proceso de putrefacción, proceso impedido por la acción estabilizante del pH y acidez.

4.4.7. Microbiología de los ensilados.

Calidad microbiológica de los subproductos de atún y tilapia.

Los valores microbiológicos de los ensilados a las 96 horas se presentan en la Tabla 4.7 y el ensilado de atún presenta valores de 122×10^6 UFC/g, de bacterias mesófilas aerobias incubadas 48 \pm 2 horas y el ensilado de tilapia de 530×10^6 UFC/g. En la determinación de coliformes totales en placa para ambos ensilados hubo ausencia quedando dentro del límite máximo establecido por la Norma Oficial Mexicana (NOM-027-SSA1) (400 UFC/g), de igual forma el ensilado de atún y de tilapia a las 96 horas, tuvo ausencia de mohos y levaduras lo mismo que para *Salmonella sp.*, poniendo de manifiesto que los microorganismos patógenos son inhibidos por el proceso de ensilaje.

Tabla 4.7 Características microbiológicas de los ensilados biológicos de los desechos del atún aleta amarilla (*Tunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis sp.*).

MUESTRAS	AEROBIAS MESOFILAS (UFC/g)	COLIFORMES TOTALES (UFC/g)	MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)	SALMONELLA SP
Ensilado de atún	122×10^6	Ausente	Ausente	Ausente
Ensilado de tilapia	530×10^6	Ausente	Ausente	Ausente

Es importante señalar que México no cuenta con normas que establezcan valores máximos permitidos de microorganismos en desechos de origen acuático por lo que se empleó como referencia la Norma Oficial Mexicana (NOM-027-SSA1-1993) de bienes y servicios para productos de la pesca, pescados frescos-refrigerados y congelados, sin embargo, Bello (1994) y Huss (1997) consideran aceptables valores por debajo de 5×10^5 UFC/g de coliformes y la ausencia de *Salmonella* en productos para la alimentación animal por lo que estos resultados permiten considerar a los ensilados de desechos de atún y tilapia aceptables como materia prima para emplearse como suplemento en dietas de animales acuáticos.

Se considera que la disminución en el valor de pH y la alta acidez favorece el desarrollo de los microorganismos ácido-lácticos en los ensilados lo que se puede constatar por la disminución general de los coliformes y la ausencia de *Salmonella* al final del tiempo de fermentación; la incorporación de sorbato de potasio es necesaria previniendo la contaminación del producto fermentado por levaduras que asimilan el ácido láctico (Lindgren y Pleje. 1983).

Calidad microbiológica de los subproductos de sierra. Los análisis microbiológicos realizados (cuenta total de aerobios (CTA), hongos, levaduras, coliformes y *Salmonella*) para la materia prima y el proceso de ensilado de sierra se presentan en la Tabla 4.8 y la figura 4.9, donde se observa un decremento en la cuenta total de aerobios, hongos y levaduras; hasta la ausencia total de coliformes y *Salmonella* en el ensilado de 96 h.

Los análisis microbiológicos del ensilado elaborado con subproductos de sierra, muestran que las UFC/g de aerobios totales, hongos y levaduras, van descendiendo conforme pasa el tiempo del ensilaje. Los valores obtenidos coincidieron con lo reportado por Córdova (1990), que fueron entre 18.42 y 21.8 (Ln) en ensilados elaborados de Cataco (*Trachurus lathami*) y de Perlita o Bacaralilla (*Micromesistius australis*).

La relevancia del comportamiento observado en la Figura 4.9 es que se produce una destrucción de microorganismos con una cinética de primer orden. Por lo que es posible caracterizar el fenómeno de destrucción de microorganismos aerobios durante la fermentación involucrada en el proceso de elaboración de ensilado biológico, mediante un valor denominado TRD (tiempo de reducción decimal) que se define como el tiempo en horas requerido para destruir el 90% de la cuenta total de aerobios, para las condiciones de incubación establecidas en el proceso de elaboración del ensilado biológico. En este estudio se obtuvo un valor TRD único de 56.8 horas.

La utilidad del valor TRD estriba en que puede ser utilizado en diferentes estudios para el establecimiento de las condiciones óptimas de incubación y para observar el efecto de los ingredientes y aditivos empleados en la preparación de la mezcla a ensilar. dado que no se consideraron variaciones ni en la formulación ni en las condiciones de incubación.

Tabla 4.8. Calidad microbiológica del ensilado biológico de subproductos de sierra (*Scomberomorus sierra*).

TIEMPO horas	CUENTA TOTAL UFC/g	CUENTA TOTAL L ⁿ UFC/g	LEVADURAS UFC/g	HONGOS (UFC/g)	Coliformes fecales Escherichia coli (NMP/100g)	SALMONELLA presencia-absencia/25 g
0	10.4E+10	23.06	<10	95	*PRESENTE	AUSENTE
24	1.1E+10	20.81	<10	40	**PRESENTE	AUSENTE
48	10.E+08	20.75	<10	20	AUSENTE	AUSENTE
72	3.45E+08	19.659	<10	<10	AUSENTE	AUSENTE
96	1.44E+08	18.785	<10	<10	AUSENTE	AUSENTE

*Es equivalente a 230 NMP/100g (coliformes fecales)

**Es equivalente a 90 NMP/100g

En este trabajo se encontró ausencia de coliformes y Salmonella según Bello (1994) y Huss. (1997), consideraron aceptables valores por debajo de 5×10^5 UFC/g de coliformes y Salmonella negativa para productos empleados en la alimentación animal. Con respecto a la disminución de microorganismos (cuenta total de aerobios, hongos, levaduras, la ausencia de coliformes y Salmonella) en el ensilado final, según González y Marín (2005), se debe a varias razones: al bajo pH y a la alta acidez del medio, a la condición de anaerobiosis, así como del agente antibacteriano añadido en la etapa de mezclado (sorbato de potasio) de los ingredientes para la elaboración del ensilado. La incorporación del sorbato de potasio es fundamental en este tipo de productos ya que se sabe que la contaminación de un producto fermentado suele ser causada generalmente por levaduras que asimilan el ácido láctico (Lindgren, 1983).

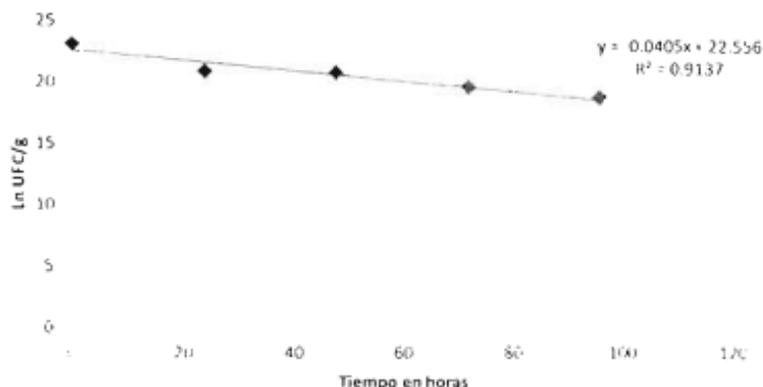


Figura 4.9. Cuenta total de aerobios en (Ln) UFC/g durante el proceso del ensilaje del fileteado de Sierra *Scomberomorus sierra* con un TRD de 56.8 h.

Calidad microbiológica de cabeza de camarón. Los resultados de los análisis microbiológicos realizados (cuenta total de aerobios (CTA), hongos, levaduras, coliformes y Salmonella) se presentan en la Tabla 4.9 donde se observa una disminución en la concentración de microorganismos como: en cuenta total de aerobios, en hongos y levaduras; hasta una ausencia total de coliformes y Salmonella hasta las 456 horas. La cuenta total de bacterias disminuyó con una cinética de primer orden y un tiempo de reducción decimal (TRD) de 115.57 horas hasta 7.4×10^7 UFC/g durante el ensilaje (Figura 4.10).

La oscilación en la cuenta total de los microorganismos durante el proceso de ensilaje, indica que el ácido láctico crea un medio que inhibe el crecimiento de las bacterias no deseadas y favorece las condiciones para las ácido-lácticas (Sánchez et al., 2008), sin embargo esta disminución es amortiguada por los minerales el carbonato de calcio unida a la quitina que tiene la cabeza de camarón (Cira et al., 2002) lo que podría explicar porque este ensilado tardó más tiempo (72 h) en alcanzar el pH 5 a diferencia de los otros ensilados elaborados en este trabajo.

Tabla 4.9. Calidad microbiológica del ensilado biológico de cabezas de camarón *Litopenaeus vannamei*.

Tiempo Horas	Cuenta total		Levaduras	Hongos	Coliformes	Salmonella
	UFC/g	Ln	UFC/g	UFC/g*	NMP/100g	presencia o ausencia/25g
0	2.30E+07	16.95	600 300	60 <10	Ausente Ausente	Ausente Ausente
24	1.40E+10	23.36	90	20	Ausente	Ausente
48	2.0E+08	19.11	30	20	Ausente	Ausente
72	1.50E+08	18.83	<10	30	Ausente	Ausente
96	1.20E+08	18.60	<10	<10	Ausente	Ausente
120	4.30E+07	17.58	<10	<10	Ausente	Ausente
168	8.20E+05	13.62	<10	<10	Ausente	Ausente
456	9.50E+04	11.46	<10	<10	Ausente	Ausente

La disminución de microorganismos (cuenta total de aerobios, hongos, levaduras, la ausencia de coliformes y Salmonella) en el ensilado final, de acuerdo a González y Marín (2005), se debe al bajo pH y la alta acidez del medio, a la condición de anaerobiosis, así como del agente antibacteriano añadido en la etapa de mezclado (sorbato de potasio) de los ingredientes para la elaboración del ensilado. La incorporación del sorbato de potasio es fundamental en este tipo de productos ya que se sabe que la contaminación de un producto fermentado suele ser causada generalmente por levaduras que asimilan el ácido láctico (Lindgren, 1983).

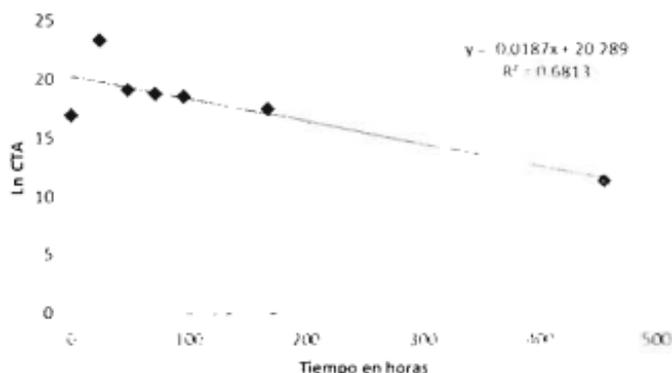


Figura 4.10 Cuenta total de aerobios en (Ln) UFC/g durante el proceso del ensilaje de cabezas de camarón, con un TRD de 115.57 h.

Mientras que las bacterias de la descomposición emplean a los aminoácidos como fuente de energía, producto de la hidrólisis de las proteínas de los desechos del pescado las bacterias ácido-lácticas, utilizan como fuente de energía los azúcares como la glucosa, fructosa y ribosa facilitando su crecimiento rápido y presentándose de inmediato la fermentación que produce un ambiente anaeróbico que y convierte a esta en la población dominante, con la consecuente disminución del pH que indica una buena fermentación y el incremento de acidez que se genera por la formación de ácidos, del cual el ácido láctico es muy abundante (Stefanie, 2001).

Los valores de pH obtenidos se pueden relacionar con la eficiencia del inóculo utilizado, porque la selección de un inóculo eficiente es en consecuencia un paso importante para mantener la calidad en un ensilado biológico de pescado (Dapkevicius et al 1998). Por otra parte, las bacterias ácido lácticas contenidas en el inóculo son conocidas por variar en su habilidad de estabilizar los ensilados de pescado Van Wyk y Heydenrych (1985).

Los ácidos ejercen sobre los microorganismos dos efectos distintos: En primer lugar existe un efecto antimicrobiano debido a la acidez en sí, esto es, a la disminución del pH extracelular. El segundo tipo más importante en la práctica, es el efecto antimicrobiano específico debido a la forma no disociada. Rodríguez-Palenzuela (2000).

La forma disociada de los ácidos, al ser un anión es altamente polar y por lo tanto, no atraviesa fácilmente la membrana plasmática de los microorganismos. La forma no disociada del ácido, es no polar y si atraviesa la membrana, una vez en el interior el ácido puede disociarse y entonces afectar directamente al pH intracelular microbiano (Ostling y Lindgren, 1993). Al producirse la disociación del ácido en el interior de la célula, la concentración interna de aniones aumenta. Esto a su vez desencadena un mecanismo de compensación de la carga eléctrica que obliga a la bacteria a aumentar los niveles de Na^+ y K^+ y/o glutamato, lo que lleva a un incremento mayor de la fuerza iónica intracelular y del turgor. Este proceso provoca un gran aumento de la presión mecánica sobre la pared del microorganismo lo que hace que eventualmente estalle (Foster, 1999).

Los ensilados biológicos tienen algunas ventajas como es la reducción del proceso a la mitad del tiempo alcanzado en los ensilados con ácidos y un valor de pH que no requiere de neutralización para emplearse en la ración a elaborar (Bello et al., 1994; Viana et al., 1993). Además no requieren refrigeración para su conservación, pudiéndose conservar en óptimas condiciones para su uso por periodos mayores a un año, incluso a temperatura ambiente alta (Barral et al., 1989; Raa y Gildberg, 1982). El empleo de yogurt comercial como inóculo de bacterias tiene la ventaja de incorporar microorganismos de más fácil obtención, utilización y manejo lo que permite contar con un procesamiento al alcance de las pequeñas comunidades pesqueras de México y países de América Latina.

CAPITULO 5. DIETAS CON ENSILADOS BIOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN JUVENILES DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei*.

INTRODUCCIÓN.

El crecimiento vertiginoso de la población ha provocado que la explotación de muchas especies marinas haya alcanzado su rendimiento máximo sostenible, mientras que otras especies son sobre-explotadas y están en peligro de extinción. Por eso, el hombre ha recurrido al cultivo artificial de algunas de ellas, como forma de preservar las poblaciones naturales y lograr el incremento en la producción de alimento que requiere. El cultivo de la población del camarón, en los últimos años, constituye uno de los acuicultivos, más importantes a escala mundial (Muñoz, 2004).

Los crustáceos, y en particular los camarones peneidos, ocupan un lugar destacado en la acuicultura a escala mundial debido a los buenos precios que mantienen en el mercado internacional, lo que ha propiciado un desarrollo acelerado. Actualmente la acuicultura se practica en muchos países del mundo, con diversos grados de avances. Los países que realizan los mayores aportes en volumen de camarón son China, Vietnam y Tailandia (Rosenberry, 2004).

En granjas de América Latina, el camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) domina la producción (> 90% del total). Entre otras especies que se han cultivado en América Latina, se encuentran; *L. setiferus*, *L. schmitti*, *L. occidentalis*, *Farfantepenaeus californiensis*, *F. paulensis*, *F. brasiliensis*, *F. duorarum*, y en Asia *Penaeus monodon*, *Marsupenaeus japonicus*, *Fenneropenaeus chinensis*, *F. penicillatus*, *F. indicus* y *F. merguensis* (Jory, 2001).

En la actualidad, el incremento de la demanda de alimentos balanceados en la acuicultura a escala mundial ha tenido un incremento notorio. Sin embargo todos

los ingredientes son importantes, la proteína de origen animal es el insumo que se incrementa de manera sustancial y por lo tanto repercute en la rentabilidad del cultivo, ya que puede representar entre un 40 y 60% de los costos de operación en una granja. Por ésta razón, es necesario buscar fuentes alternativas para producir alimentos a bajo costo y con un alto contenido proteico (Rodríguez et al., 1996; FAO, 2000).

Para mantener el funcionamiento fisiológico de cualquier organismo acuático bajo condiciones de cultivo, se deben tomar en cuenta sus requerimientos de los cinco grupos de nutrientes: proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales, los cuales se cubren generalmente con una dieta balanceada que contenga proteína de origen animal, utilizándose principalmente la harina de pescado, que cuenta con un alto contenido proteico y presenta alta digestibilidad, además, de contener un perfil bien balanceado de aminoácidos esenciales y de ácidos grasos (McCoy, 1990; El-Sayed, 1999, Smith et al., 2000).

La tasa de crecimiento en los animales está dada por el efecto combinado de la cantidad y calidad del alimento. La cantidad de alimento consumido se regula por el apetito y la satisfacción que obtenga el animal de los nutrientes y de los requerimientos de energía del mismo (Fagbenro, 1994).

Las fuentes de obtención de proteínas, distintas a la harina de pescado son variadas, pero en particular el ensilado de pescado ha tenido un gran interés para su evaluación como un sustituto por su fácil adquisición, bajo costo y contenido proteico. El producto obtenido del ensilado de pescado puede ser usado en forma líquida o seca, con características y calidad nutricional superior o muy semejante a la harina de pescado, utilizando como un ingrediente dentro de las formulaciones de alimentos concentrados o como un aditivo diario artesanal en la alimentación animal, siendo una buena alternativa como fuente proteica (Bello, 1994; Berenz, 1994; Parin y Zugarramurdi, 1994).

Se han probado, en dietas para camarones como es el caso de *L. schmitti*, que se pudo sustituir hasta el 15 % de la harina de pescado por ensilado de pescado sin diferencias significativas con respecto al desarrollo y crecimiento, indicando que el uso de ensilado de pescado puede ser una fuente alternativa de en las dietas (Gonzalez, et al., 2007)

Una de las especies de pescado más abundantes y de mayor disponibilidad en México, específicamente en Sonora y Sinaloa, es la Sierra del Pacífico (*Scomberomorus sierra*) la cual es una especie migratoria nerítica epi pelágica con una talla promedio de 25 cm, alcanzando hasta los 45 cm de longitud. Desova cerca de la costa por lo que puede ser capturada por embarcaciones grandes y pequeñas (INP, 2001). Este recurso se comercializa en fresco o congelado y es una importante fuente de desechos, mismos que podrían ser utilizados como materia prima para la elaboración de ensilado biológico.

Se han desarrollado investigaciones enfocadas a la utilización de subproductos de las actividades pesqueras que funcionen como atrayentes en dietas balanceadas para crustáceos de importancia en la explotación acuícola, se ha motivado el presente trabajo, aplicado en una especie de interés mundial que es el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*.

5.1. Objetivos.

Determinar el efecto de la inclusión de ensilados biológicos de desechos del fileteado de sierra del Pacífico *Scomberomorus sierra* en el crecimiento de juveniles de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

5.2. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.2.1 Preparación de las dietas con ensilado de sierra.

Proceso de secado del ensilado. Únicamente para el ensilado de sierra se empleó el secado del mismo. Una vez obtenida la pasta del ensilado biológico de subproductos del fileteado de sierra, se procedió a extenderla en unas charolas de 50 cm de largo por 30 de ancho, forradas de papel aluminio, procurando que la pasta quede completamente extendida, pero no excediendo los 2 centímetros de espesor, para colocarlo en un desecador de uso industrial, (Modelo mini Drier y serie 12819/14); el ensilado fue secado mediante la aplicación de aire seco húmedo; regulándose en este aparato por dos bulbos con los que cuenta el desecador que son: húmedo y seco) a una temperatura de 50°C durante 3 semanas aproximadamente, para evitar la desnaturalización de las proteínas.

Las dietas fueron formuladas con un programa de balanceo de acuerdo a los requerimiento nutricionales propuesto para camarón blanco *L. vannamei* (Akiyama et al., 1993) Tabla 5.1). En cuanto a la estrategia de formulación se utilizaron variantes de humedad, proteína y lípidos. La fuente de proteica animal fue la harina de pescado y el ensilado biológico de subproductos de sierra *Scomberomorus sierra*, las fuentes de proteína vegetal fueron la harina de soya, que se fijó a un 28% de inclusión y la harina de trigo con un 20% de inclusión, fijando el nivel de proteína en 36 %.

Tabla 5.1 Composición de la dieta de referencia que se utilizó para la elaboración de las dietas experimentales por Akiyama (1989)

INGREDIENTES	(g/100 g de alimento)
H. de sardina	25
H. de trigo	16
Almidón maiz	11.6
Pasta de soya	26.96
H. de cabeza de camarón	10
Grenetina	4
Aceite de atún	1
Lectina de soya	1.5
Premezcla mineral	3.5
Premezcla vitaminas ₂	0.26
Vitamina C	0.12
Cloruro de colina	0.04

5.2.2 Elaboración de las dietas experimentales

Se elaboraron cinco dietas experimentales de las cuales una contenía harina de pescado sin inclusión de ensilado 0%, y 4 dietas con diferentes porcentajes de inclusión de ensilado (6.2%, 8.2%, 10.2% y 12.2%) y un alimento comercial marca purina.

Las dietas a ensayar se prepararon en la planta de alimentos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) en Mazatlán, Sinaloa. Se molieron las harinas en un molino (Marca Pulvex, modelo Micron k20). Los ingredientes se mezclaron en seco en una mezcladora Hobart modelo 200 T durante 5 min. Cada dieta se elaboró mezclando la harina de soya, harina de trigo, harina de pescado y carboxi metil celulosa, en una mezcladora Hobart modelo 200 T hasta lograr su pre-homogenización. Los micro-ingredientes se mezclaron por separado en un recipiente plástico antes de ser adicionado a la mezcla con las harinas (pre-mezcla de vitaminas y minerales, y colesterol), para después

introducir los aceites (Lecitina de soya, aceite de pescado y aceite de soya) mezclando durando 5 minutos, una vez homogenizada se le adicionó agua hasta lograr consistencia arenosa de la masa. Finalmente la masa húmeda se pasó por un molino de carne (Torrey modelo M-22-R2) con orificios de 3 mm. Los pellets se colocaron en charolas para ser introducidos a un secador con circulación de aire forzado 50 °C durante 12 horas. Luego fueron quebrados hasta alcanzar un tamaño medio de 2 a 4 mm y se conservaron en bolsas de nylon en refrigeración a -10°C.

5.2.3 Hidro-estabilidad de las dietas.

Para determinar la estabilidad y la pérdida de materia seca de los alimentos en términos de porcentaje de pérdida de materia seca (PMS) se realizaron pruebas de lixiviación de las dietas, con 3 replicados, utilizando 2 g de alimento con intervalo de tiempo de inmersión (60, min.) con salinidad (30 ‰); todos a temperatura ambiente (Cruz-Suarez et al., 2002). El alimento lixiviado y el alimento antes de lixiviarse fueron secados en una estufa a 105 °C por 24 horas y luego se enfriaron en un desecador. Cabe mencionar que todas las muestras fueron realizadas por triplicado.

En cada prueba se determinó la estabilidad de los alimentos y se calculó como la proporción de la retención de materia seca después de lixiviar y la materia seca de muestras originales expresadas en por ciento. La pérdida de materia seca (PMS%) se determinó empleando la siguiente fórmula:

$$\%PMS = 100 \cdot (\text{peso del alimento antes de lixiviar} - \text{peso del alimento después de lixiviar}) / \text{peso del alimento en base seca antes de lixiviar}$$

5.2.4 Evaluación proximal de las dietas elaboradas.

El análisis de las muestras para determinar la composición química, se realizó en el Taller de Alimentos del Instituto Tecnológico de Mazatlán. Los análisis incluyeron la determinación del nitrógeno proteico por el método micro Kjeldahl (Woyewoda, 1986); humedad y cenizas, empleando el método gravimétrico (AOAC 2002); Lípidos por el método de extracción empleando un equipo Soxhlet, (Olivera et al., 1993) y los carbohidratos que fueron determinados por diferencia. Todos los análisis fueron realizados por triplicado.

5.3.1 Diseño experimental.

El diseño experimental para este trabajo fue de bloques completos al azar y cuatro niveles de inclusión de ensilado biológico de cabeza de camarón con tres repeticiones. Se empleó un control positivo (dieta sin ensilado) y otro negativo con una dieta comercial empleada en los cultivos de tilapia de la región y se aplicó un análisis de variancia de un factor, todos los tratamientos se realizaron por triplicado.

5.3.2 Sistema experimental

Se empleó un sistema de recirculación constituido de 18 tanques de 20 a 25 litros, para los organismos que fueron abastecidos de agua, por una bomba de 0.25 HP. La bomba tomaba el agua desde una sección del filtro biológico que consistía en una cubeta cubierta de tela con carbón activado. Los tanques fueron alimentados por medio de una llaves de paso y mangueras que van a dar a los mismos, los tanques estaban comunicados a un sistema de desagüe que pasaba el agua al filtro biológico por medio de tubería de PVC.

El filtro biológico estaba constituido por varias jabas de 30 litros en las cuales el agua que provenía de los tanques circulaba antes de retornar a los tanques que

contenia los organismos. Unas de las jabas contenian pedacera de PVC que funcionaba como primer fijador de bacterias aumentando la superficie de contacto para las bacterias nitrificantes. Después de pasar el agua por esta jaba se dirigió a otra la cual contenia como sustrato conchas limpias de ostión funcionando como regulador de pH. El agua siguió su trayecto pasando a otra jaba la cual tenia como sedimento piedras y arena de río. Finalmente, la última parte del biofiltro contenia cantos rodados a donde el agua era enviada a los recipientes en la parte superior.

5.3.3 Aclimatación de los organismos.

Los juveniles de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* fueron abastecidos por el Laboratorio Acualarc ubicado en el municipio de Rosario, Sinaloa y se transportaron en bolsas de plástico con oxígeno a saturación contenidas dentro de hieleras. Recibiéndose en la sala de bioensayos del laboratorio de acuicultura, del Instituto Tecnológico de Mazatlán donde se procedió a aclimatarlos en un tanque preparado con agua, a 35 ‰ salinidad y temperatura a 28°C. Las bolsas con los camarones fueron colocadas en el tanque y se fue agregando agua poco a poco cada 15 minutos hasta igualar los valores de salinidad y temperatura y tenerlos listos a su siembra en un sistema de recirculación. Para el experimento se emplearon 8 juveniles de camarón blanco por tanque con una talla de 1.40 a 1.47 g y una longitud de 55.80 a 56.55 mm; cada dieta tuvo tres repeticiones y el bioensayo duro 52 días.

5.3.4 Alimentación, variables ambientales y biometrias.

La tasa de alimentación se ajustó diariamente hasta encontrar la menor cantidad de alimento cada mañana quedando al final en 8 %. La cantidad de alimento proporcionada por la tasa de alimentación se aplicó dos veces al día repartidas como primera dosis a las 10:00 y la segunda dosis 14:00, retirándoles el alimento

no consumido diariamente, se llevó un registro de la cantidad de alimento suministrado semanalmente para hacer los cálculos correspondientes.

Las variables ambientales fueron tomados dos veces al día, una por la mañana y otra en la última alimentación, se evaluó pH con un potenciómetro HANNA con (+/- 0.1) de error, la salinidad con un refractómetro ATAGO, temperatura y oxígeno disuelto se midieron por un oxímetro (YSI-5100), la evaluación de amonio total y no ionizado se hizo de acuerdo a Krom. (1980).

Las biometrías se realizaron cada ocho días con el objeto de determinar el crecimiento de los juveniles en cada una de las dietas. Los camarones se capturaron por medio de una red de cuchara y se colocaron en una mesa sobre un pañal para eliminar el exceso de agua y así evitar que se lastimaran a la hora de pesar, se determinó la longitud con una regla graduada, fueron pesados con una balanza digital Scout-pro de 200 g de capacidad (± 0.01) para posteriormente regresarlos a los recipientes de donde se tomaron.

5.3.5 Evaluación de crecimiento en camarón blanco *L. vannamei*.

Las variables zootécnicas que se evaluaron en el bioensayo fueron: la tasa de ganancia de peso, el promedio de ganancia diaria, tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA), tasa de eficiencia proteica (TEP), la utilización de proteína neta aparente (UPNA) y porcentaje de supervivencia, todos ellos de acuerdo a la propuesta de Goncalves et al. (2010).

Tasa de Crecimiento Especifica (TCE)

La tasa de crecimiento específica diaria puede ser calculada con la siguiente fórmula:

$$T.C.E. = (\ln \text{ peso corporal final} - \ln \text{ peso corporal inicial}) / \text{período de tiempo en días} \times 100$$

Factor de conversión Alimenticia (FCA).

El Factor de Conversión Alimenticia se estimará de acuerdo a la cantidad de alimento consumido y el incremento de peso registrado en los organismos cultivados. Se calculará de la siguiente manera:

$$F. C. A = \text{Alimento consumido} * (\text{peso seco}^{**}) / \text{Peso ganado}$$

*El alimento total consumido por tratamiento, se calculo sumando la cantidad de alimento consumido por tanque diariamente durante el tiempo que duró el experimento alimento consumido y se dividió entre el número de animales presentes cada día

**Se empleo el peso seco del alimento considerando el porcentaje de materia seca que se perdió al oxidar.

Tasa de Eficiencia Proteica (TEP).

Se toma la ganancia del peso como indicador de la retención de nitrógeno y se mide el peso ganado por gramo de la proteína consumida como lo indica la siguiente fórmula:

$$T.E.P = \text{Peso ganado} / \text{proteína consumida (g)}$$

*Con este método no se considera la utilización de la proteína para el mantenimiento ya que el método presupone que toda la proteína es utilizada para el crecimiento

Utilización de proteína neta aparente (UPNA).

Se define como el porcentaje de proteína ingerida, que es depositada como proteína tisular. Aquí no se consideran las pérdidas proteínicas endógenas y se calcula con la siguiente fórmula:

$$UPNA = 100 * \{[(\text{peso promedio}_f * \text{proteína cruda corporal}_f) - (\text{Peso promedio}_i * \text{Proteína cruda corporal}_i)] / (\text{Cantidad de alimento por dieta} * \text{proteína cruda por dieta})\}$$

Supervivencia.

Se determinará con la relación entre el número final y el número inicial de individuos en cultivo. Esta tasa se expresó como porcentaje de supervivencia, según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ supervivencia} = (\text{No. final de organismos} / \text{No. inicial de organismos}) (100).$$

5.3.6 Identificación y cuantificación de aminoácidos.

El análisis de aminoácidos del ensilado se hizo por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) con un equipo Agilent serie 1100 empleándose el método de hidrólisis ácida para aminoácidos en alimentos 994.12 de AOAC (2002).

5.3.7 Análisis estadístico.

A los valores obtenidos del bioensayo (longitud y peso) se les aplicó una prueba de normalidad de Lilliefors y homocedasticidad de Bartlett. Para observar diferencias entre los bioindicadores registrados en las diferentes dietas se realizaron las pruebas de análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía, cuando los datos no presentaron normalidad, se recurrió a la aplicación de la prueba no paramétrica de análisis de varianza de Student-Newman-Keuls, obteniendo así las diferencias de cada una de los bioindicadores. Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el programa sigmaplot versión 11.

5.3.8 Análisis de costos.

Los costos de las dietas se basaron en los precios actuales de los ingredientes. El desempeño económico de las dietas no incluyen la depreciación de la línea de producción, la mano de obra, transportes ni combustibles utilizados (energía eléctrica, hidrocarburos, reactivos de análisis bioquímicos, entre otros); los datos

se basan en precios obtenidos al momento de elaborar las dietas (en USD) y se usaron los modelos del índice de utilidades, y el índice de costos de acuerdo a Nwana y Daramola (2000).

5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.4.1 Dietas experimentales.

En la Tabla 5.2 se presenta la composición porcentual de las cinco dietas experimentales que se utilizaron en el bioensayo de camarón blanco *L. vannamei*, donde se observa que la única diferencia en los ingredientes contenido para cada una de las dietas fue la ausencia de harina de cabeza de camarón y que la dieta 0 % no contiene ensilado y en las dietas con ensilado sustituyó parcialmente la harina de pescado.

La sustitución de la harina de pescado por ensilado se realizó fundamentalmente sobre la base de mantener el balance nutricional dentro de la formulación y comparar la ganancia en peso de los camarones con las dietas obtenidas con diferentes niveles de inclusión; se probó un valor mínimo de 6.2% de sustitución de ensilado, valores intermedio de 8.2 %, 10.2 % y 12.2 % y se utilizó un alimento comercial de los más empleados en el Sur de Sinaloa. Estos porcentajes de inclusión de material de ensilado representaron una sustitución del 15.5 % al 53.3 % de la proteína de la harina de pescado.

Los ingredientes seleccionados como principal fuente de proteína animal para la elaboración de las dietas fueron la harina de pescado e inclusiones de ensilado de sierra *Scomberomorus sierra* y la harina de soya se incluyó en un porcentaje de 28 a 30.1 % ya que Lim (1996) y Davis y Arnold, (2000) establecieron que sustituir más del 40 % de proteína animal en dietas para camarón afecta el crecimiento. Mientras que la fuente de lípidos fue ensilado, aceite de pescado y aceite de soya, para la alimentación de los camarones en el bioensayo.

Tabla 5.2 Composición porcentual de las dietas prácticas elaboradas, con diferente nivel de inclusión de ensilados biológicos de sierra *Scomberomorus sierra* para evaluar el crecimiento en juveniles de camarón *Litopenaeus vannamei*.

Ingredientes	0%	6.2%	8.2%	10.2%	12.2%
H. pescado ¹	26.89	22.21	19	15	12
H. de soya ²	30.13	28.01	28	28	28
E. sierra	0	18.6	24	30.2	36.7
H. de trigo	20.02	20.4	20	18.9	18.2
Almidón de maíz	11.25	1.76	0	0	0
Aceite de pescado	3.2	2.3	2.1	1.8	1.5
Aceite de soya	3.2	2.3	2.1	1.8	1.5
Colesterol ³	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Lecitina de soya	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
premezcla de vitaminas y minerales ³	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Carboxi-metil celulosa	3	2.5	2.5	3	3

¹ Maz-industrial S.A. de CV Mazatlan Sinaloa, México "Grado Premium".

² Obtenida de Proteínas Marinas y Agropecuarias S.A. de C.V. Guadalajara Jalisco, México.

³ DSM Nutritional Products México S.A. de CV (donado) composición de premezcla de vitaminas/kg: vitamina A, 5000 IU; vitamina D3, 3,500 IU; vitamina E, 75,000 mg; vitamina K3, 1,500 mg; vitamina B1, 15,000 mg; vitamina B2, 12,500 mg; vitamina B6, 17,500 mg; vitamina B12, 20 mg; vitamina C, 50,000 mg; nicotinamida 50,000 mg; ácido pantotéico, 23,100 mg; ácido fólico, 2,000 mg; biotina, 500 mg.⁴ Composición de premezcla mineral/kg: cobre, 25,000 mg; hierro, 10,000 mg; manganeso, 22,000 mg; cobalto, 150 mg; selenio, 750 mg; zinc, 75,000 mg; selenio, 200 mg; inositol, 100,000 mg.

En una revisión sobre los requerimientos de nutrientes de crustáceos, Cuzon y Guillaume (1997), mencionan que 30% de proteína en el alimento resulta ser el nivel óptimo para juveniles de *Litopenaeus vannamei*, aunque establecen que este requerimiento depende de la etapa de desarrollo en que se encuentre el organismo. Creswell (1993), recomienda un 45% de proteína para camarones omnívoros desde postlarva PL25 hasta juveniles de 1 gramo. Aranyakananda y Lawrence (1999), también recomiendan este nivel de proteína. Con base en lo anterior, se puede afirmar que el contenido en proteína bruta de los alimentos calculados en el presente trabajo (36%) se encuentra dentro de los rangos establecidos por los autores antes mencionados para cubrir el requerimiento de proteínas de juveniles de *L. vannamei*.

El proximal de las dietas y el alimento comercial elaboradas en este trabajo se presenta en la Tabla 5.3 y muestra que estuvieron en valores muy cercanos a lo formulado (36%) a excepción de la dieta 0% y la dieta 10.2%, que presentó un nivel de proteína de 35.02% y 35.04% respectivamente. El porcentaje de lípidos

en las diferentes dietas estuvo entre 7.31 y 10.48. La cantidad de cenizas se incrementó con el porcentaje de inclusión de ensilado.

Tabla 5.3 Composición proximal, hidro-estabilidad y valor de pH de las dietas experimentales con inclusión de ensilado biológico de sierra (*Scomberomorus sierra*) y la dieta comercial empleadas en la evaluación del crecimiento en juveniles de camarón blanco (*L. vannamei*).

Variables	0%	6.2%	8.2%	10.2%	12.2%	Alimento Comercial
Humedad	8.93±0.47	9.74±0.16	11.93±0.1	12.09±0.10	11.47±0.10	9.04±0.30
Proteína bruta	35.02 ± 0.24	37.34±0.03	36.75±0.69	35.77±0.42	35.04±0.21	36.90±0.23
Lípidos	9.22±0.29	8.52±0.40	8.24±0.60	7.76±0.34	7.31±0.42	10.48±0.050
Ceniza	5.65±0.05	6.45±0.14	6.55±0.12	6.98±0.10	7.69±0.10	9.89±0.23
ELN+FC	41.18	37.95	36.53	37.40	46.49	33.89
Perdida de materia seca %	9.08±0.57	8.11±0.27	9.06±1.16	9.97±0.03	7.45±0.4 ¹	5.36±1.37
Kcal/g	4.52	4.46	4.34	4.28	4.23	4.44
Tasa proteína-energía (mg proteína/E)**	77.26	83.75	84.72	83.70	82.74	83.05
CHO: Tasa carbohidratos-Lípidos	4.47	4.45	4.43	4.82	6.63	3.21
pH	6.19±0.01	5.63±0.02	5.51±0.00	5.47±0.01	5.38±0.01	6.00±0.01

¹Camarónna (purna)

**Energía en Kcal/g basada en valores fisiológicos 5.5 Kcal/g proteína, 9.1 Kcal/g lípidos and 4.1 Kcal/g carbohidratos.

Media ± DE en la misma fila con el mismo superíndice no son significativamente diferente (P > 0.05)

Los valores de pH en las dietas disminuyeron a medida que aumentaba el nivel de inclusión de ensilado teniendo un pH de 6.0 para el alimento comercial y 6.19 para la dieta con 0% de inclusión de ensilado de sierra, teniendo valores similares al de la dieta comercial. Los resultados de hidro-estabilidad de los alimentos experimentales en el agua, expresada como porcentaje de la materia seca perdida, estuvieron entre 7.45 a 9.97% que es similar a la reportada por González et al. (2007) y Ricque-Marie et al. (1998).

Los porcentajes de humedad que presentan las dietas van de 8.93% como mínimo (Dieta 0%) hasta 12.09% como máximo (Dieta 10.2%) y son similares a los contenidos de humedad en dietas experimentales descritos por otros autores

(Cruz-Ricque et al., 2000b) y menor a la reportada por Molina-Poveda (2004) para dietas prácticas en camarón blanco.

La pérdida de materia seca fue mayor en las dietas prácticas (entre 9.97 y 7.45 %) que la dieta comercial (5.36%). Lo que puede deberse a que los alimentos para camarones que se ofertan en el mercado utilizan algunos secuestrantes y aglutinantes sintéticos tipo urea-formaldehidos para reducir la pérdida de materia seca (Cruz-Suárez et al., 2000).

Varios autores han estudiado el efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el crecimiento y la tasa de conversión alimenticia y algunos recomiendan niveles de proteína muy altos para camarones con tallas de 0 a 3 g. Tacon (1989) recomienda 40% de proteína y Akiyama et al. (1993), recomienda niveles óptimos similares a los del presente estudio. Para *L. vannamei*, Colvin y Brand (1977), proponen como óptimo 30-35% de proteína en dietas para postlarvas, y menos de 30% para juveniles, es decir un nivel 6% menor al porcentaje empleado en este trabajo, donde se usaron juveniles de camarón blanco *L. vannamei* con un intervalo de peso inicial de 1.40 a 1.47 g y un peso promedio final de 6.86 g.

Otro componente que es importante en el desarrollo y crecimiento de los camarones son el nivel de lípidos en el alimento y estos resultados se encuentran en el nivel recomendado para esta especie. La composición de las dietas estudiadas presentan porcentajes que se encuentran en el nivel requerido para camarón *L. Schmitti* de acuerdo a Bautista (1986) y Cruz-Suarez (2000b), un porcentaje menor o igual a 10% de lípidos es recomendable para un mejor crecimiento, como reportan González et al. (2007) en dietas para camarón *L. schmitti* con porcentaje de lípidos bajo (1.5-8.8%) y Hernández et al. (2008) reportan de 7.5-9.3%.

Los camarones peneidos requieren lípidos en la dieta para satisfacer una variedad de funciones metabólicas. Los lípidos incluidos en la dieta son una fuente altamente digestible y concentrada de energía que abastecen 9.5 kcal/g.

aproximadamente el doble de lo suministrado por los carbohidratos o las proteínas (Mead et al., 1986). Además son una fuente de ácidos grasos esenciales (AGE), fosfolípidos, esteroides necesarios para el crecimiento, la supervivencia y la función metabólica normal de todos los organismos, por lo cual se suministró un porcentaje de lípidos en la dieta superior al 7.3 %.

La importancia de los fosfolípidos en la alimentación de camarones peneidos, incluyendo *Litopenaeus vannamei*, se ha demostrado por muchos investigadores (Coutteau et al., 1996; Coutteau et al., 2000; Lim et al., 1989; Gong et al., 2000; González-Félix et al., 2002). Los fosfolípidos son los principales constituyentes de las membranas y son vitales para el funcionamiento normal de cada célula y órgano. Ellos mantienen la estructura y función celular, y tiene la actividad de regulación dentro de la membrana y fuera de la célula. Por ejemplo, sirven como segundos mensajeros en la señalización celular, un proceso esencial en la regulación del crecimiento celular, proliferación, y diferenciación, el metabolismo, la absorción de nutrientes, transporte de iones, e incluso la muerte celular programada y por lo cual se suministró un porcentaje de lecitina de soya en la dieta de 1.75 %.

La inclusión del porcentaje de ensilado de sierra modificó la pérdida de materia seca con respecto al alimento comercial y el porcentaje de inclusión de ensilado agregado en cada dieta; observándose mayor % de pérdida de materia seca para la dieta de 0% (9.08 %) de inclusión y el menor para el alimento comercial (5.36 %).

La estabilidad en el agua de las dietas experimentales de este trabajo fue normal para dietas fabricadas en laboratorio. Cruz-Suárez et al. (2000b), reporta pérdidas de materia seca por lixiviación con un promedio de 8.8% en una hora siendo mayor que los valores comúnmente observados en dietas comerciales de 3 a 6%, (Romero-Álvarez, 1995; Cruz-Suárez, 2000b).

Esto se debe a la capacidad de absorción de agua que tienen estas formulaciones, luego de sumergirlas en un periodo de una hora en agua marina, la dieta de 0% de inclusión presentó un alto porcentaje de absorción de agua, esta dieta tenía como principal ingrediente harina de pescado, harina de soya y harina de trigo que funciona como aglutinantes, permitiendo que el alimento incremente su capacidad de absorción que disminuye con la inclusión del ensilado de pescado y la disminución de la harnas (Cruz-Suarez et al. 2000a).

5.4.2 Variables ambientales.

Durante el bioensayo las variables fisicoquímicas estuvieron en 28.8 ± 0.7 °C; 35 ± 0.8 ppm; 7.4 ± 0.12 ; 4.05 ± 0.62 mg/l para temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto, respectivamente que son valores considerados adecuados para la especie y experimentos de este tipo (Valdez, 2002). Es de notar que estas variables son importantes, ya que influyen directamente en los requerimientos y crecimiento de los camarones, como oxígeno disuelto, que a niveles de 0.2 -1 mg/l es letal para varias especies y que en este trabajo no fue el caso, como se ha reportado en *P. japonicus*, *P. kerathurus* (Allan, 1991), *P. schmitti* (Bautista, 1986), pero en niveles superiores de 5 mg/l cesa la mortalidad.

El amonio no ionizado ($N-NH_3$) en el sistema de recirculación fue menor a 0.05 mg/l para camarones, estos resultados fueron similares a los reportados por Cruz Suarez (2000), quien trabajó con *L. vannamei* teniendo valores de amonio no ionizado de 0.05-0.1 mg/l (Tabla 5.4).

Ponce-Palafox et al. (1997) reportan que la salinidad no parece ser un factor determinante en el crecimiento y supervivencia de los camarones cultivados; algunas especies de *Penaeus* son consideradas eurihalinas y capaces de resistir súbitas fluctuaciones de salinidad, tan grandes como de 10 ‰; aunque los valores

óptimos de salinidad para el cultivo de *L. vannamei* se encuentran entre 5 y 35 ‰ como los reportados en este trabajo (35‰).

Tabla 5.4 Variables ambientales del sistema de recirculación en el transcurso del bioensayo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Variables	Muestra	Unidades	Promedio
Temperatura	Tanques y Biofiltro	°C	28.89 ± 0.72
pH	Tanques y Biofiltro		7.4 ± 0.12
Salinidad	Tanques y Biofiltro	‰	35 ± 0.79
Oxígeno disuelto	Tanques y Biofiltro	mg/l	4.05 ± 0.62
Amonio no ionizado	Biofiltro	mg/l	<0.05

5.4.3 Crecimiento y conversión alimenticia.

En la Tabla 5.4 y las Figuras 5.1 y 5.2 se observa que el peso inicial fue de 1.40 a 1.47 g y la longitud promedio entre 55.8 y 56.5 mm y al final del experimento los camarones alcanzaron un peso entre 6.15 y 7.99 g y tallas de 91.9 a 98.7 mm. Los camarones que alcanzaron mayor peso y talla fueron los alimentados con la dieta con 6.2 % de inclusión y la que produjo un menor crecimiento en peso y longitud fue la dieta con la inclusión de 12.2 %.

Los resultados del análisis de varianza para crecimiento en peso y longitud de *L. vannamei*, tuvieron diferencia significativa para el peso y longitud entre las dietas probadas. En los valores en peso y longitud final se tuvo diferencia significativa ($p > 0.05$) de la dieta de 6.2, 8.2 % y la dieta comercial con las dietas de 0, 10.2 y 12.2 %.

En la tabla 5.5 se observa que la dieta con 6.2 y 8.2 % de inclusión tuvieron el mayor peso final y la dieta 0% el último lugar y un peso menor conforme se incrementa el porcentaje de inclusión de ensilado. En comparación con estos resultados, González et al. (2007) reportaron el mejor crecimiento en camarón blanco *L. vannamei* para el 15 % de inclusión de ensilado biológico de pescado

Estos resultados son semejantes a los de este trabajo, donde a mayor porcentaje de inclusión es menor la respuesta en crecimiento para los organismos.

Hay estudios de crecimiento (Soltan et al., 2006) con otras especies, como tilapia del Nilo *O. niloticus* (2.57- 2.71 g) y el bagre africano *Clarias gariepinus* (3.98 - 4.03 g) con diferente porcentaje de inclusión de ensilado de pescado (0, 10, 20, 30 and 40 %) obteniéndose el mejor crecimiento con la inclusión de 10 % y 20 % para tilapia y bagre africano, respectivamente y disminuye con el incremento de la inclusión. Esos resultados son similares también, a los obtenidos en este trabajo.

Tabla 5.5 Crecimiento en juveniles de camarón blanco *L. vannamei* con diferente porcentaje de inclusión de ensilado biológico de sierra *Scomberomorus sierra*.

Variables	0%	6.2%	8.2%	10.2%	12.2%	D. Comercial
Peso inicial (g)	1.46 ± 0.21	1.47 ± 0.23	1.47 ± 0.27	1.40 ± 0.16	1.47 ± 0.26	1.47 ± 0.30
Peso final(g)	6.38 ^b ± 0.62	7.67 ^a ± 0.60	7.61 ^a ± 0.25	6.32 ^b ± 0.19	5.99 ^b ± 0.40	7.22 ^b ± 0.63
Peso ganado	4.92 ^b ± 0.58	6.2 ^a ± 0.63	6.14 ^a ± 0.20	4.92 ^b ± 0.17	4.52 ^b ± 0.47	5.75 ^a ± 0.56
Longitud inicial(mm)	56.30 ± 2.91	56.50 ± 2.64	56.50 ± 3.20	56.40 ± 2.15	56.55 ± 3.11	55.80 ± 3.71
Longitud final (mm)	92.88 ^b ± 2.66	98.00 ^a ± 2.00	97.99 ^a ± 0.72	91.89 ^b ± 1.08	91.04 ^b ± 1.76	96.53 ^a ± 3.10

Los valores son la media y desviación estándar. Los superíndices iguales en la misma fila significa que los valores son estadísticamente iguales (p < 0.05).

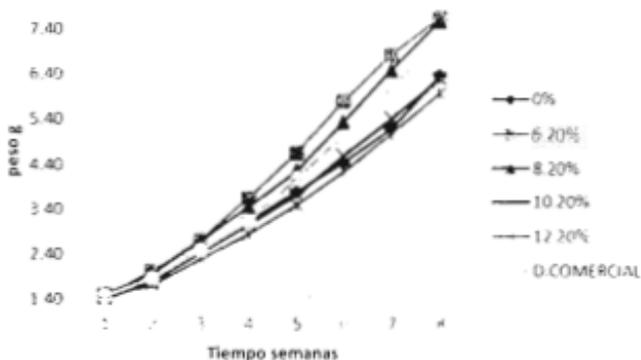


Figura 5.1 Crecimiento en peso de juveniles de camarón *Litopenaeus vannamei* con inclusiones de ensilados biológico de sierra.

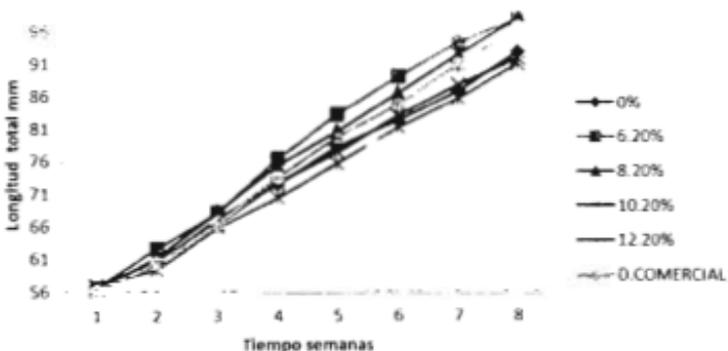


Figura 5.2 Crecimiento en longitud de juveniles de camarón *Litopenaeus vannamei* con inclusiones de ensilados biológico de sierra.

5.4.4 Utilización de Proteína en *L. vannamei*.

El consumo de alimento pone en evidencia la aceptación o rechazo de los alimentos y que está en función de los elementos agregados en la dieta (Mendoza et al., 1996). Las dietas que contienen el mayor porcentaje de inclusión de ensilado como la dieta 12.2% que presentó el valor más alto en consumo de alimento (263.6 g). Aparentemente, un mayor nivel de inclusión de ensilado de sierra representaría un mayor consumo de alimento, por las propiedades que presentan los ensilados de ser atrayentes mejorando la palatabilidad que inducirían a una ingesta mayor (Pérez et al., 2004).

Hernández et al. (2008) reportaron un mayor consumo de alimento para la dieta de 55% de inclusión de harina porcina en un experimento de camarón blanco *L. vannamei* alimentado con dietas de diferentes niveles de inclusión (0, 25, 35, 45, 55 y 65%).

Tabla 5.6 Alimentación y empleo de la proteína en juveniles de camarón *L. vannamei* con inclusión de ensilado biológico de subproductos de sierra *S. sierra*.

Variables	6.2%	8.2%	10.2%	12.2%	D Comercial	
Consumo alimento (g)	208.06	223.69	244.18	241.79	263.6	213.92
%peso ganado	335.7 ^b ±34.9	416.9 ^a ±52.1	416.9 ^a ±1.35	352.7 ^b ±10.8	307.7 ^b ±46.3	392.5 ^a ±28.3
FCA	1.75 ^b ±0.060	1.58 ^b ±0.118	1.69 ^b ±0.005	1.95 ^a ±0.073	1.97 ^a ±0.05	1.78 ^b ±0.02
TCE	2.93 ^a ±0.162	3.28 ^a ±0.204	3.29 ^a ±0.005	3.02 ^a ±0.048	2.81 ^a ±0.228	3.18 ^a ±0.114
TEP	1.83 ^a ±0.206	2.09 ^a ±0.092	2.08 ^a ±0.00	1.90 ^a ±0.011	2.08 ^a ±0.191	1.91 ^a ±0.139
UPNA	4.76 ^a ±0.603	5.25 ^a ±0.583	4.79 ^a ±0.130	3.78 ^a ±0.127	3.32 ^b ±0.359	4.59 ^a ±0.408
Supervivencia	79.17 ^a ±7.21	75.0 ^a ±12.50	70.83 ^a ±7.21	75.0 ^a ±0.00	87.50 ^a ±12.50	70.83 ^a ±7.21

FCA= Factor de conversión alimenticia, TEP = Tasa de eficiencia proteica, TCE= Tasa de crecimiento específica, UPNA= utilización de proteína neta aparente

Guillaume y Cercaldi (1999), reportan que la cantidad y la calidad de proteína en la dieta influyen sobre su consumo por parte de los camarones. El consumo de alimento, se redujo con el incremento de inclusión de ensilado en las dietas

experimentales, pero no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$). Las dietas evaluadas en esta investigación, no se afectaron en su composición de proteína por la inclusión de ensilado de sierra esto probable indique que algunos de los factores que influyó en el consumo de alimento fue la composición de los lípidos presentes en la sierra por lo que parece que el nivel de inclusión de ensilado favoreció el consumo del alimento. Los ensilados estimulan el consumo por lo que los valores de FCA se incrementan ligeramente (Fox et al. 1994).

En este trabajo, el factor de conversión de alimentación (FCA) presentó una homogeneidad desde el inicio hasta el final del bioensayo y no se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las dietas. Se puede observar en la Tabla 5.6 que los valores se encuentran dentro de los rangos aceptables (1-2.5) que reportan Akiyama (1995), González et al. (2007) quienes obtuvieron valores de FCA de 0.8-1.7 en camarón blanco *L. schmitti* y son resultados similares a los reportados en este trabajo donde se obtuvieron valores entre 1.53 y 1.98.

El mejor FCA fue en la dieta 6.2 % y el valor más alto fue la dieta 12.2 % que es la que contiene un mayor porcentaje de inclusión de ensilado. Estos valores son mejor a los reportados por Molina-Poveda (2004), con esta especie y similares a los reportados en experimentos de crecimiento por Hernández et al., (2008) quien obtuvo una tasa de conversión alimenticia de 1.43 a 1.82, la diferencia con este experimento fue que se utilizó en todas las dietas harina de carne porcina con diferentes porcentajes de inclusión pero con niveles de proteína similares a las empleadas en este trabajo y reportaron mayor consumo de alimento con el aumento del porcentaje de inclusión.

Los juveniles mostraron una tasa de crecimiento específica (TCE) similar en todas las dietas y únicamente la inclusión de 12.2 % tuvo diferencia significativa ($p > 0.05$) de las otras dietas, la tasa de mayor TCE fue para la dieta 6.2% y menor para la dieta de mayor porcentaje de inclusión 12.2%. Estos resultados difieren de los

obtenidos por Hernández et al. (2008) y Hernández et al. (2011) que obtuvieron valores superiores (4.4 a 5.1) en juveniles de *L. vannamei* con harina de carne porcina y con hidrolizado de subproductos de atún, respectivamente y que representan más de lo alcanzado en el presente trabajo.

La tasa de eficiencia proteica (TEP), presentó una ligera tendencia a disminuir a una mayor cantidad de inclusión de ensilado, pero no tuvo diferencia significativa ($p < 0.05$), de esta manera, la ganancia en peso por unidad de proteína consumida para los juveniles fue mayor en la dieta de menor porcentaje de inclusión de ensilado (6.2%) con 1.70 y fue menor en la dieta con mayor inclusión de ensilado de sierra (12.2%) con 1.15.

El comportamiento de la tasa de eficiencia de la proteína (TEP) presentó una relación inversa, conforme aumentó la inclusión del ensilado la TEP disminuyó. Esta tendencia está relacionada con satisfacer requerimientos de energía. La TEP obtenida en este experimento, muestra que el aprovechamiento de las fuentes de proteína es mejor a una mayor inclusión del ensilado, debido posiblemente a que se encuentran pre-digeridas, características que favorecen la digestibilidad de la proteína.

Este mismo patrón se presentó en el trabajo de Hernández-González et al. (2011) para *L. vannamei* con dietas que tuvieron inclusiones de hidrolizados de subproductos de atún.

Los resultados obtenidos en los indicadores de utilización de alimento de FCA y TEP, confirman que el aprovechamiento del ensilado de *Scomberomorus sierra* fue bueno y puede obedecer a razones como la formación de aminoácidos de configuración L (levógiros) que se absorben fácilmente; a una alta digestibilidad por la calidad de la proteína del ensilado (Fagbenro y Jauncey 1993 y Vidotti et al., 2002) y la formación de algunas sustancias estimulantes del crecimiento durante el proceso de fermentación (Llanes et al., 2007).

La cantidad de proteína retenida en el músculo de los camarones se refiere como la utilización de proteína neta aparente (UPNA) esta tuvo un valor mayor en las dietas experimentales de 6.2 y 8.2 y 0 % de inclusión, sin embargo no tuvieron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre estas y la dieta comercial pero fueron significativamente diferentes ($p < 0.05$) de las dietas 10.2 y 12.2 % de inclusión. Este esquema fue semejante en dietas para juveniles de *L. vannamei* con hidrolizados de subproductos de atún (Hernández et al. 2011) Goncalves et al. (2010) en dietas para tilapia *Oreochromis niloticus* reportaron el mejor valor de UPNA en la inclusión de 5 % de hidrolizado de cabezas de camarón. Esto podría relacionarse con una mayor tasa de síntesis de proteínas en los camarones que recibieron mejor fuente de proteínas. (Hernández et al. 2011)

La tasa de proteína/energía de las dietas experimentales es similar a la dieta comercial con un promedio de 4.37 Kcal/g que es similar a lo reportado por Cruz Suárez et al. (2000b) de 4.2 kcal/g para *L. vannamei* que es un valor similar a lo reportado en este trabajo aunque Cousin et al. (1993) recomiendan dietas con un contenido energético de 3kcal/g.

Los porcentajes de supervivencias de cada dieta fueron similares una con otra en donde el mayor porcentaje lo tuvo la dieta de 12.2% y la menor para las dietas 6.2 y 8.2%, esto se debe a que los camarones brincaron fuera del tanque. Alava y Lim (1983). han reportado altas mortalidades debido al proceso de muda. Otros autores sin embargo, reportan bajas mortalidades para varias especies de camarones en diferentes estadios de vida. Balazs et al. (1973), reportan una sobrevivencia del 95% con un nivel de 25% de proteína para *P. aztecus*, entre 86 - 100% para *P. japonicus* con diferentes niveles de proteínas. Colvin y Brand (1977) reportan supervivencias de 87 y 86% para niveles de 25 - 40% de proteínas, para postlarvas de *P. californiensis*, *P. stylirostris* y *P. vannamei*. Colvin (1977), para *P. indicus* reporta 100% de supervivencia. Andrews et al. (1972), 95% de supervivencia para *P. setiferus* y reportan entre 50 y 62% de supervivencia para *P. duorarum*. Esto indica que el porcentaje promedio de supervivencia está entre 80 y

100%; los resultados que arrojó este trabajo están entre esos rangos (70.83 a 91.17%).

Inclusión de ensilado en las dietas. En la figura 5.3 se observa que la TCE con bajos porcentajes de inclusión de ensilado tienen los valores más altos y esta disminuye al incrementarse el porcentaje de inclusión, el porcentaje óptimo en este trabajo se encuentra alrededor de 5.5 y 6 % de inclusión, este valor es ligeramente superior al 4.4 % reportado por Hernández et al. (2011) para *L. vannamei* con inclusión de hidrolizado de subproductos de atún y quien empleó inclusiones de este hidrolizado de 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0 % y en este trabajo el valor obtenido fue menor al 15 % que reportan González et al. (2007) como valor óptimo de inclusión para *L. schmitti*.

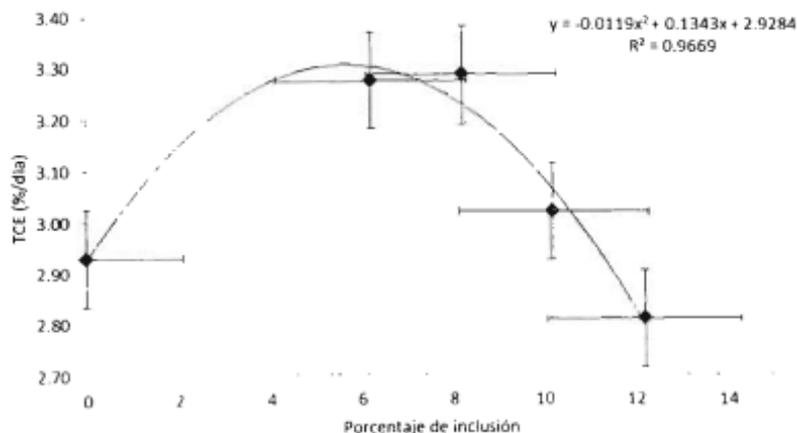


Figura 5.3 Nivel óptimo de inclusión de ensilado biológico de subproductos del fileteado de sierra que mejora la TCE de *L. vannamei*.

5.4.5 Identificación y cuantificación de aminoácidos.

Perfil de aminoácidos en las dietas. El valor nutricional de un alimento depende del tipo y cantidad de aminoácidos disponibles para las funciones del cuerpo. Los subproductos de sierra, tienen un contenido de aminoácidos esenciales relativamente alto que es un índice de su calidad la cual se ve favorecida por el proceso, de elaboración del ensilado donde no se utilizan temperaturas elevadas que generan pérdidas de aminoácidos termolábiles (Tabla 5.7)

Tabla 5.7 Perfil de aminoácidos de dietas con ensilado de sierra (aa g/% proteína) y requerimiento de aa de *L. vannamei* de acuerdo a Akiyama *et al* (1991).

Aminoácidos	Dieta comercial Camarón	Dieta 0%	Dieta 6.2%	Dieta 8.2%	Dieta 10.2%	Dieta 12.2%	Requerimiento aa en camarón ¹ g/% proteína
ASPARTICO	16.76	17.41	17.25	17.36	17.25	17.54	
GLUTAMICO	10.17	11.57	11.20	11.40	11.25	11.57	
SERINA	4.61	4.50	4.35	4.41	4.40	4.50	
HISTIDINA*	1.21	1.66	1.60	1.55	1.78	1.76	2.1
GLICINA	5.73	7.12	6.52	6.71	6.68	6.93	
TREONINA*	3.75	4.15	3.91	3.98	3.91	4.11	3.6
ARGININA*	3.71	2.92	2.72	2.74	3.29	3.12	5.8
ALANINA	9.87	10.15	9.68	9.99	10.05	10.36	
VALINA*	0.92	0.94	0.88	0.86	0.91	0.92	4
TIROSINA+FENILALANINA*	8.10	7.54	7.27	7.24	7.13	7.39	4.2**
ISOLEUCINA*	4.19	4.52	4.64	4.59	4.55	4.59	3.5
LEUCINA*	7.51	7.44	7.51	7.52	7.41	7.52	5.4
LISINA*	5.69	8.06	7.64	7.79	7.77	8.05	5.3
PROLINA	8.29	8.50	8.65	8.46	7.81	8.25	
METIONINA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.4
TRIPTOFANO	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.0

ND No determinado

*aminoácidos esenciales para camarones (Forster *et al.* 2003, Lam y persyn 1989). La cantidad de metionina y triptofano no se determinó

**Únicamente la fenilalanina

¹ Aminoácidos esenciales de acuerdo a Akiyama *et al* (1991)

Con relación al perfil de aminoácidos obtenido para las dietas elaboradas con ensilado de sierra, se observa que el alimento comercial es deficiente en histidina y valina, y la dieta control tiene deficiencia en valina y las dietas con ensilado de sierra tienen deficiencia de histidina, arginina y valina pero cantidades elevadas de leucina y lisina, de acuerdo a lo establecido por Akiyama et al. (1991). Las dietas con ensilado tuvieron niveles adecuados de fenilalanina que pudieron balancear las deficiencias de histidina y arginina, sin embargo no pudieron satisfacer totalmente los requerimientos de *L. vannamei* (Tacon, 1989). Lo anterior puede ser la explicación a una TCE ligeramente baja que en este trabajo fue aproximadamente un tercio menor al obtenido por Hernández et al. (2011) con juveniles de *L. vannamei* en un experimento con animales de un peso similar, pero empleó un hidrolizado de desechos de atún el cual tiene mayor biodisponibilidad de proteína.

Se considera que el ensilado de subproductos de sierra tiene una composición de nutrientes aceptable, como son las proteínas, lípidos y cenizas. La harina de pescado es rica en aminoácidos como lisina, metionina y la cistina. Es importante destacar que la lisina incrementa su presencia con la reducción de la harina de pescado y que la menor concentración de este aminoácido se presenta en la dieta de 0 % lo cual podría deberse a una mala calidad de la harina de pescado por un mal tratamiento térmico de la misma (García-Galano et al., 2007). Lo anterior pudiera explicar el valor bajo de la TCE en la dieta del 0 % de inclusión que fue menor que en las otras dietas (Tabla 6.6).

5.4.5 Evaluación de costos de la alimentación de camarones.

La producción de alimentos para acuicultura es más cara que la producción del alimento tradicional. Es importante saber lo que cuesta y donde incurren los costos (Devresse, 2000).

En la tabla 5.8 se describe el costo de los ingredientes de cada dieta experimental que se realizó en este trabajo. Los costos que se muestran solo incluyen los insumos utilizados por dietas; estos no incluyen la depreciación de la línea de producción, la mano de obra, transportes ni combustibles utilizados (energía eléctrica, hidrocarburos, reactivos de análisis bioquímicos, entre otros); los datos se basan en precios obtenidos al momento de elaborar las dietas (pesos mexicanos); debido a que la producción del alimento utilizado fue poca se expresaron los gastos por kilo de alimento elaborado.

Se puede apreciar que las dietas con el precio más bajo son las que contienen mayor porcentaje de ensilaje y la de mayor precio fue la dieta (0%) a base de puras harinas sin inclusión de ensilado, haciendo una comparación con la dieta comercial (precio del alimento obtenido en la distribuidora de Alimentos del Occidente, S. A. de C. V. en Mazatlán Sin.) con un costo de \$15.00 peso por kilo. En relación a la producción de un kilo de camarón de acuerdo al FCA se puede apreciar que el precio más bajo se tiene con la dieta de menor inclusión y el de mayor precio es de \$30.75 de acuerdo al crecimiento (peso y longitud) en este trabajo, el mejor crecimiento se obtuvo en las inclusiones de 6.2, 8.2 y 10.2 %.

Un buen indicador económico es el índice de utilidades que es mayor conforme se incrementa la inclusión y el índice de costos es menor con el incremento de la inclusión. El comportamiento de estos índices concuerda con lo reportado por Nwanna y Daramola (2000), quienes trabajaron con costos de producción para dietas a base de harina de cabeza de camarón, y aunque sus dietas fueron más baratas debido a una formulación con pocos ingredientes los indicadores de crecimiento fueron menor a lo obtenido en este trabajo, por lo que, el empleo de los desechos de sierra podría reducir los costos de alimentación de *L. vannamei* y también resolver el problema de la disposición de estos desechos. Se requiere evaluar dietas con mayor porcentaje de inclusión de ensilado y su efecto en la digestibilidad de esta especie.

Los resultados de la composición de aminoácidos y el crecimiento obtenido para las dietas con inclusión de ensilado es una buena opción como fuente de proteína no convencional que puede sustituir hasta el 10.2 % de la harina de pescado sin efecto adverso en el crecimiento y utilización de nutrientes para juveniles de camarón de igual manera los costos se reducen con la sustitución de ensilados sin efecto negativo en el crecimiento experimental por lo que, el empleo de los subproductos de sierra podría reducir los costos de alimentación de camarón y también resolver el problema de la disposición de estos desechos de la pesca. Se requiere evaluar dietas con mayor porcentaje de inclusión de ensilado y su efecto en la digestibilidad de esta especie.

Tabla 5.8 Costo por ingrediente para elaborar un kilogramo de alimento, costo para producir un kilo de camarón y la relación costo-beneficio de la producción de camarón.

Ingredientes	0	6.2%	8.2%	10.2%	12.2%	D. comercial
H. Pescado	2.18	1.80	1.54	1.22	0.97	
H. soya	2.56	2.38	2.38	2.38	2.38	
E. sierra	0.00	0.32	0.41	0.52	0.63	
A. pescado	0.56	0.40	0.37	0.32	0.26	
A. soya	0.96	0.69	0.63	0.54	0.45	
Almidón	1.13	0.18	0.00	0.00	0.00	
Premezcla (Vit.Min)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
Lecitina soya	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	
CMC	5.76	4.80	4.80	5.76	5.76	
H. trigo	1.83	1.83	1.83	1.73	1.67	
Colesterol	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	
TOTAL	17.57	15.00	14.56	15.06	14.72	15
Producir 1 kg camarón	30.75	23.69	24.60	29.36	28.99	26.7
Costo de proteína (%)	37.4	42	42.3	38.8	38.38	
Alimento consumido Kg	0.21	0.22	0.24	0.24	0.26	0.21
Tasa de crecimiento específico	2.93	3.28	3.29	3.02	2.81	3.18
Costo del alimento	3.69	3.30	3.55	3.61	3.83	3.15
Kg camarón producido	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.07
Valor Camarón (30/Kg)	2.15	2.01	2.22	2.38	2.78	1.98
Incidencia-costos(I C)	51.49	49.19	47.89	45.47	41.35	47.70
Índice de utilidades (I U)	0.58	0.61	0.63	0.66	0.73	0.63

CAPITULO 6. DIETAS CON ENSILADOS BIOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO EN JUVENILES DE TILAPIA.

INTRODUCCIÓN.

La obtención de ingredientes para dietas de organismos acuáticos, representa un reto ya que la acuicultura de aguas interiores ha cobrado un creciente impulso; a pesar de que como actividad no es reciente (Barros et al., 1999); dado el desarrollo tecnológico de los sistemas de producción acuícola y la creciente necesidad de producir proteína de origen animal que está experimentando la población mundial y al estado de la sobreexplotación pesquera en el mar, es necesario buscar fuentes de proteínas accesibles que no tengan que ver con estas actividades (FAO, 2000).

Los países subdesarrollados y en particular los de América Latina, no cuentan con el avance tecnológico ni las condiciones climáticas que les permitan sostener la producción animal a partir de modelos convencionales basados en cereales y pastas oleaginosas (Figueroa, 1996), de ahí que la utilización de fuentes alternativas de alimento animal sea una prioridad para los productores en los países tropicales, debido a que el costo de producción puede alcanzar del 70 al 80 % (Figueroa, 1996; Díaz, 1998).

Para la obtención de proteínas proveniente de los alimentos no convencionales, las principales premisas que deben cumplirse son las siguientes: disminución al máximo de la competencia de los animales con el hombre por los mismos alimentos, transformación de los desechos orgánicos del medio en alimento de alto valor biológico y que el proceso de producción resulte lo más económico posible (Coronado y Otero, 1998).

La combinación espacial y temporal de los recursos excedentes de la producción agrícola y pecuaria, reciclables en la producción acuícola, permite ahorrar espacio,

reciclar nutrientes, reducir costos y aumentar la producción de proteínas por unidad de área (Díaz et al., 1998).

Tomando en cuenta lo anterior la búsqueda de nuevas fuentes de proteína de fácil adquisición para la elaboración de alimentos para la producción de tilapia *Oreochromis niloticus*, enfatizando como renglón principal la utilización de recursos naturales disponibles subutilizados constituye un desafío importante (Preston et al., 1995).

6.1. OBJETIVOS.

Determinar el efecto de la inclusión de ensilados biológicos de cabeza de camarón blanco de acuicultura en juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758).

6.2. MATERIALES Y MÉTODOS.

6.2.1 Preparación de las dietas con ensilado de cabeza de camarón.

Las dietas fueron formuladas con un programa de balanceo en Excel de acuerdo a los requerimientos nutricionales propuesto para tilapias (Bureau y Cho, 1994) (Tabla 6.1). Tomando en cuenta estos requerimientos en la formulación se utilizaron variantes de humedad, proteína y lípidos, siendo la fuente de proteína animal la harina de pescado y el ensilado biológico de cabeza de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* fijándola en 34 %, las fuentes de proteína vegetal fueron la harina de soya, que se fijó a un 45% de inclusión y la harina de trigo a un 15% de inclusión.

Se diseñaron y prepararon cinco dietas experimentales de las cuales una a diferencias de las demás contenía harina de pescado y las demás con diferente

porcentajes de inclusión de ensilado (0%, 5%, 10%, 15% y 20%) y se utilizó un alimento comercial de los más empleados en la zona Sur de Sinaloa.

Tabla 6.1 Composición de la dieta de referencia utilizada para la elaboración de las dietas experimentales por Bureau y Cho (1994).

INGREDIENTES	Inclusión (%)
Harina. de sardina	30.0
Harina. de soya extraída con solvente de hexano	17.0
Harina. de gluten de maíz	13.0
Aceite de sardina	10.0
Harina. de trigo	28.83
Pre-mezclas de vitaminas	0.12
Pre-mezclas de minerales	0.05

La dieta se complementó tomando en cuenta criterios empleados en la formulación de dietas para tilapia; Harina de soya 45% (Lim et al., 2010); premezclas de minerales y vitaminas 2 % (Osama et al., 2010).

6.2.2 Elaboración de las dietas experimentales.

Las dietas a ensayar se prepararon en la planta de alimentos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD) en Mazatlán, Sinaloa. Se molieron las harinas en un molino Marca Pulvex, modelo Micron k20 (MOLINOS PULVEX, S.A. DE C.V. México). Los ingredientes se mezclaron en seco en una mezcladora Hobart modelo 200 T durante 5 min.

Cada dieta se elaboró mezclando la harina de soya, harina de trigo, harina de pescado y carboxi-metil-celulosa, en una mezcladora Hobart modelo 200 T hasta lograr su pre-homogenización. Los micro-ingredientes se mezclaron por separado en un recipiente plástico antes de ser adicionado a la mezcla con las harinas (premezcla de vitaminas y minerales, y fosfato de calcio bibásico), para después

introducir los aceites (lecitina de soya, aceite de pescado y aceite de soya) mezclando durando 5 min. Una vez homogenizada se le adicionò agua hasta obtener una masa de consistencia arenosa. Los pellets se sometieron a un proceso de secado, empleando un secador con circulación de aire forzado, de fabricación casera el cual se encuentra en el CIAD campus Mazatlán, México a una temperatura de 50°C durante 12 h. Finalmente fueron empacados en bolsas de nylon y almacenados en refrigeración a 10°C para su conservación.

6.2.3 Hidro-estabilidad de las dietas.

Para determinar la estabilidad y la pérdida de materia seca de los alimentos en términos de porcentaje de pérdida de materia seca (PMS) se realizaron pruebas de lixiviación de las dietas, con 3 replicados, utilizando 2 g de alimento con intervalo de tiempo de inmersión (60 min.) con salinidad (30‰); todos a temperatura ambiente (Cruz-Suarez et al., 2002). El alimento lixiviado y el alimento antes de lixiviarse fueron secados en una estufa a 105 °C por 24 horas y luego se enfriaron en un desecador. Cabe mencionar que todas las muestras para cada variable fueron realizadas por triplicado.

En cada prueba se determinó la estabilidad de los alimentos y se calculó como la proporción de la retención de materia seca después de lixiviar y la materia seca de muestras originales expresadas en por ciento. La pérdida de materia seca (PMS%) se determinó empleando la siguiente fórmula:

$$\%PMS = 100 * (\text{peso del alimento antes de lixiviar} - \text{peso del alimento después de lixiviar}) / \text{peso del alimento en base seca antes de lixiviar}$$

6.2.4 Evaluación proximal de las dietas elaboradas.

El análisis de las muestras para determinar la composición química, se realizó en el Taller de Alimentos del Instituto Tecnológico de Mazatlán. Los análisis

incluyeron la determinación del nitrógeno proteico por el método micro Kjeldahl (Woyewoda, 1986); humedad y cenizas, empleando el método gravimétrico (AOAC 2002); Lípidos por el método de extracción empleando un equipo Soxhlet, (Olvera et al., 1993) y los carbohidratos que fueron determinados por diferencia. Todos los análisis fueron realizados por triplicado.

6.3.1. Diseño experimental.

El diseño experimental para este trabajo fue de bloques completos al azar y cuatro niveles de inclusión de ensilado biológico de cabeza de camarón con tres repeticiones. Se empleó un control positivo (dieta sin ensilado) y otro negativo con una dieta comercial empleada en los cultivos de tilapia de la región y se aplicó un análisis de variancia de un factor, todos los tratamientos se realizaron por triplicado

6.3.2 Sistema experimental.

Se empleó un sistema de recirculación constituido de 36 tanques de 18 litros de capacidad aproximadamente, que están abastecidos de agua, por una bomba de 0.97 HP. La bomba toma el agua desde una sección del filtro biológico conservando un flujo de agua por medio de una llaves de paso y mangueras colocadas en los recipientes, comunicados a un sistema de desagüe que lleva el agua al filtro biológico por medio de una tubería de PVC. Que la hace pasar por un filtro biológico constituido por 6 depósitos de 30 litros en los cuales contienen diferentes tipos de sedimento, como fragmentos de PVC que funcionaba como primer fijador de bacterias nitrificantes, después de pasar el agua por este depósito llega a otro con sustrato de conchas limpias de ostión que funcionan como regulador de pH, el agua sigue su trayecto pasando a otro depósito que tiene como sedimento piedras y arena de río, y finalmente el agua llega a la última parte del biofiltro de sedimento que contiene cantos rodados de río.

6.3.3 Aclimatación de los organismos.

Los juveniles de tilapia fueron machos revertidos sexualmente que se obtuvieron en el centro de producción acuícola ubicada en Chametla Sin, y llegaron con un peso aproximado de 0.6 g. Se les sometió a una aclimatación previa a la siembra del bioensayo, todo este proceso duro 15 días que se realizó en la sala de bioensayos perteneciente al laboratorio de nutrición acuicola que se encuentra en el Instituto Tecnológico de Mazatlán Sin.

Los tanques donde se aclimataron los organismos tuvieron una capacidad de 120 litros aproximadamente, manteniendo las variables requeridas para las tilapias *Oreochromis niloticus*. Con una temperatura de 32°C, que tenían una concentración de oxígeno de 6.0 miligramos/litro y un pH entre 6.5 y 8.5, después de aclimatados obtuvieron un peso aprximado de entre 1 y 1.40 g (Pérez, y Castillo, 2001).

6.3.4 Alimentación, variables ambientales y biometrías.

La tasa de alimentación se ajustó diariamente hasta encontrar la menor cantidad de alimento cada mañana quedando al final en 6 %. La cantidad de alimento proporcionada por la tasa de alimentación se aplicó cuatro veces al día repartidas como primera dosis a las 8:00 am, segunda dosis 11:00 am, tercera dosis 14:00 pm y la última a las 17:00 pm, se llevó un registro de la cantidad de alimento suministrado semanalmente para hacer los cálculos correspondientes.

Las variables ambientales fueron tomadas por las mañanas diariamente, se determinó pH mediante un potenciómetro HANNA con (+/- 0.1) de error, la salinidad con un refractómetro ATAGO, temperatura y oxígeno disuelto se midieron por un oxímetro (YSI-5100), por último se evaluó amonio total (Krom, 1980).

Las biometrías se realizaron cada nueve días con el objeto de determinar el crecimiento de los juveniles en cada una de las dietas. Las tilapias se capturaron por medio de una red de cuchara y se colocaron en una mesa sobre un pañal para eliminar el exceso de agua y así evitar que se lastimaran a la hora de pesar, se determinó la longitud con una regla graduada, fueron pesados con una balanza digital Scout-pro de 200 g de capacidad (± 0.01) para posteriormente regresarlos a los recipientes de donde se tomaron.

6.3.5 Evaluación de crecimiento en tilapia del Nilo *O. niloticus*

Las variables zootécnicas que se evaluaron en el bioensayo fueron: la tasa de ganancia de peso, el promedio de ganancia diaria, tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA), tasa de eficiencia proteica (TEP), la utilización de proteína neta aparente (UPNA) y porcentaje de supervivencia, todos ellos de acuerdo a la propuesta de Goncalves et al. (2010).

Tasa de Crecimiento Especifica (TCE)

La tasa de crecimiento especifica diaria puede ser calculada con la siguiente fórmula:

$T.C.E. = (\ln \text{ peso corporal final} - \ln \text{ peso corporal inicial}) / \text{periodo de tiempo en días} \times 100.$

Factor de conversión Alimenticia (FCA)

El Factor de Conversión Alimenticia se estimará de acuerdo a la cantidad de alimento consumido y el incremento de peso registrado en los organismos cultivados. Se calculará de la siguiente manera:

$F. C. A = \text{Alimento consumido} \cdot (\text{peso seco}) / \text{Peso ganado}$

*El alimento total consumido, por tratamiento, se calculó sumando la cantidad de alimento consumido por tanque diariamente durante el tiempo que duró el experimento alimento consumido y se dividió entre el número de animales presentes cada día

**Se empleó el peso seco del alimento considerando el porcentaje de material seco que se perdió al lixiviar.

Eficiencia alimenticia (EA)

Definida como los gramos de peso ganado por gramo de alimento consumido. Sus unidades de expresión son la misma que en el caso anterior y se calcula con la siguiente fórmula.

$$E.A. = \text{Peso ganado/alimento ingerido}$$

Tasa de Eficiencia Proteica (TEP)

Se toma la ganancia del peso como indicador de la retención de nitrógeno y se mide el peso ganado por gramo de la proteína consumida como lo indica la siguiente fórmula:

$$T.E.P = \text{Peso ganado}^* / \text{proteína consumida (g)}$$

*Con este método no se considera la utilización de la proteína para el mantenimiento, ya que el método presupone que toda la proteína es utilizada para el crecimiento.

Utilización de proteína neta aparente (UPNA)

Se define como el porcentaje de proteína ingerida, que es depositada como proteína tisular. Aquí no se consideran las pérdidas proteínicas endógenas y se calcula con la siguiente fórmula:

UPNA= $100 * ((\text{peso promedio}_t * \text{proteína cruda corporal}_t) - (\text{Peso promedio}_i * \text{Proteína cruda corporal}_i)) / (\text{Cantidad de alimento por dieta} * \text{proteína cruda por dieta})$.

Supervivencia

Se determinará con la relación entre el número final y el número inicial de individuos en cultivo. Esta tasa se expresó como porcentaje de supervivencia, según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ supervivencia} = (\text{No. final de organismos} / \text{No. inicial de organismos}) (100).$$

6.3.6 Identificación y cuantificación de aminoácidos.

El análisis de aminoácidos del ensilado se hizo por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) con un equipo Agilent serie 1100 empleándose el método de hidrólisis ácida para aminoácidos en alimentos 994.12 de AOAC (2002).

6.3.7 Análisis estadístico.

A los valores obtenidos del bioensayo (longitud y peso) se les aplicó una prueba de normalidad de Lilliefors y homocedasticidad de Bartlett. Para observar diferencias entre los bioindicadores registrados en las diferentes dietas se realizaron las pruebas de análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía, cuando los datos no presentaron normalidad, se recurrió a la aplicación de la prueba no paramétrica de análisis de varianza de Student-Newman-Keuls, obteniendo así las diferencias de cada una de los bioindicadores. Todo el análisis estadístico se realizó utilizando el programa sigmaplot versión 11.

6.3.8 Análisis de costos.

Los costos de las dietas se basaron en los precios actuales de los ingredientes. El desempeño económico de las dietas no incluyen la depreciación de la línea de producción, la mano de obra, transportes ni combustibles utilizados (energía eléctrica, hidrocarburos, reactivos de análisis bioquímicos, entre otros); los datos se basan en precios obtenidos al momento de elaborar las dietas (en USD) y se usaron los modelos del índice de utilidades, y el índice de costos de acuerdo a Nwanna y Daramola (2000).

6.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.4.1 Dietas experimentales.

En la Tabla 6.2 se presenta la composición porcentual de las cinco dietas experimentales que se elaboraron y que fueron utilizadas en el bioensayo de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*. La diferencia en los ingredientes contenidos en cada una de las dietas fue que la dieta 0% solamente contiene harina de pescado como fuente de proteína animal y en las otras dietas se sustituyó la harina de pescado parcialmente por inclusiones de ensilado de cabeza de camarón *L. vannamei*.

La sustitución de la harina de pescado por ensilado se realizó fundamentalmente sobre la base de mantener el balance nutricional dentro de la formulación y comparar la ganancia en peso de las tilapias con las dietas obtenidas con diferentes niveles de inclusión, se probó una concentración mínima de 5% de sustitución de ensilado, de cinco en cinco hasta un 20%, y se utilizó un alimento comercial de los más empleados en las granjas camaronícolas de la Zona Sur de Sinaloa.

Los ingredientes seleccionados como principal fuente de proteína animal para la elaboración de las dietas fueron la harina de pescado, inclusiones de ensilado de cabeza de camarón *L. vannamei* y harina de soya. Mientras que la fuente de

lipidos fue el aceite de pescado y de soya, las cuales se emplearon en la alimentación de juveniles de tilapia en este bioensayo.

Akiyama (1995) y Moreno (2000), recomiendan que los valores óptimos de niveles de proteína cruda en la dieta para tilapia *Oreochromis niloticus* debe ser entre 20-40% para lograr un desarrollo eficiente de los peces, y en este trabajo se formuló a 34% de proteína, que está dentro de lo recomendado para esta especie.

Tabla 6.2 Composición porcentual de las dietas prácticas elaboradas, con diferente nivel de inclusión de ensilados biológicos de cabezas de camarón *Litopenaeus vannamei* para evaluar el crecimiento en juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*.

Ingredientes	0%	5%	10%	15%	20%
H. Pescado ¹	22.14	18.98	16.21	13.50	10.80
H. de soya ²	35.35	35.35	35.35	35.34	35.35
Ensilado camarón	0.00	5.14	10.28	15.42	20.50
H. de trigo	20.42	20.45	20.42	20.42	20.42
Almidón	15.20	13	10.85	8.42	5.62
Aceite de pescado	1.01	1.29	1.50	1.72	2.10
Aceite de soya	2.41	2.23	2.05	1.86	1.84
Fosfato de calcio dibásico	1	1	1	1	1
Lecitina de soya	1	1	1	1	1
Premezcla de vitaminas y minerales ³	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Carboxi-metil celulosa	1	1	1	1	1
Total	99.93	99.84	100.06	100.08	100.03

¹Maz-Industrial S.A. de CV Mazatlán Sinaloa México "Grado Premium".

²Obtenida de Proteínas Marinas y Agropecuarias S.A de C.V. Guadalajara Jalisco, México

³OSM Nutritional Products México S.A de CV (donado) composición de premezcla de vitaminas/kg: vitamina A, 5000 IU; vitamina D3, 3,500 IU; vitamina E, 75,000 mg; vitamina K3, 1,500 mg; vitamina B1, 15,000 mg; vitamina B2, 12,500 mg; vitamina B6, 17,500 mg; vitamina B12, 20 mg; vitamina C, 50,000 mg; nicotinamida, 50,000 mg; ácido pantotéico, 23,100 mg; ácido fólico, 2,000 mg; biotina, 500 mg. * Composición de premezcla mineral/kg: cobre, 25,000 mg; hierro, 10,000 mg; manganeso, 22,000 mg; cobalto, 150 mg; selenio, 750 mg; zinc, 75,000 mg; sodio, 200 mg; Inositol 100,000 mg.

El análisis proximal de las dietas y del alimento comercial suministrado en este trabajo se presenta en la (Tabla-6.3) aquí se puede observar que las

concentraciones de proteína bruta estuvieron cercanas a lo formulado (entre 33.6 y 34.7 %). El nivel de lípidos en las diferentes dietas estuvo entre 4.0 % y 6.5 %. La cantidad de cenizas se incrementó conforme aumenta el porcentaje de inclusión de ensilado (8.09-8.97%). Los resultados de hidro-estabilidad de los alimentos en el agua, expresada como porcentaje de pérdida de materia seca, estuvieron entre 5.94 a 9.13%.

Con relación al contenido de ceniza las dietas experimentales presentaron valores entre 8.09 y 9.18 y la dieta comercial 8.54 %, niveles por debajo de los máximos recomendados por Akiyama et al.(1993), Shiau et al.(1989); Young et al.(1989) de 15%. El alimento debe reunir condiciones para el pez (tamaño, forma, propiedades organolépticas) y condiciones físicas que permitan su estabilidad en el agua sin producir residuos (Bureau y Cho, 1994)

Tabla 6.3 Composición proximal, hidro-estabilidad y pH de dietas con inclusión de ensilado biológico de cabeza de camarón y la dieta comercial empleadas en la evaluación del crecimiento en juveniles de Tilapia *Oreochromis niloticus*.

Variables	0%	5%	10%	15%	20%	Dieta comercial
Humedad	5.17±0.2	3.89±0.1	4.66±0.1	5.62±0.1	8.31±0.2	8.46±0.1
Proteína bruta	33.95±0.9	34.31±1.4	33.74±0.2	33.60±0.5	34.24±0.7	33.0±0.1
Lípidos	6.53±0.1	4.12±0.2	4.0±0.2	4.47±0.1	4.50±1.6	4.45±0.1
Cenizas	8.09±0.1	8.18±0.1	9.54±0.2	8.97±0.1	9.18±0.0	8.54±0.1
ELN+FC	46.26	49.5	49.06	47.34	43.77	45.55
Pérdida de materia seca	9.13±1.7	8.26±1.0	8.21±0.6	8.58±1	8.04±1.0	5.94±0.9
Kcal/g	4.41	4.31	4.28	4.24	4.13	4.13
Tasa de Proteína-energía (mg-proteína/E)**	74.47	78.28	78.25	79.11	82.72	79.74
Tasa CHO: Lípidos (g/100g)	7.61	12.26	12.46	10.59	9.73	10.24
pH	6.10	5.51	5.22	5.06	5.00	6.46

*Tilapia de punta

**Energía en Kcal/g basada en valores fisiológicos 5.5 Kcal/g proteína, 9.1 Kcal/g lípidos and 4.1 Kcal/g carbohidratos
Media ± DE en la misma fila con el mismo superíndice no son significativamente diferente (P > 0.05)

Castelán (2003), comenta que un factor importante en un alimento es su estabilidad que se refiere a la capacidad del alimento de conservar su estructura, para que las partículas no se desintegren fácilmente en contacto con el agua, esta característica es importante medirla en un bioensayo porque con esto se puede determinar qué porcentaje de materia seca pierde el pellet, como es el caso de este trabajo que reporta valores de 5.94-9.13% de pérdida de materia seca que se encuentra entre los rango que reporta algunos autores con un promedio de 8.8 % (Cruz et al. 2000a).

Las dietas experimentales elaboradas muestran una tendencia a disminuir la pérdida de materia seca conforme el porcentaje de ensilado aumenta esto se debe a que grandes cantidades de proteína animal hace más fácil la estabilidad del pellet en el agua (Campabadal y Celis, 1996). El buen comportamiento del alimento comercial en la pérdida de materia seca se atribuye a que el proceso de extrusión incrementa la compactación de los diferentes ingredientes dándole mayor estabilidad al alimento en el agua (Bortone, 2007).

El valor de pH en las dietas disminuyó a medida que aumentaba el nivel de inclusión de ensilado teniendo un pH de 6.46 para el alimento comercial y 6.10 para la dieta con 0% de inclusión y valor similar al de la dieta comercial y el pH menor lo tuvo la dieta de 20 %. Los resultados de hidro-estabilidad de los alimentos experimentales en el agua, expresada como porcentaje de la materia seca perdida, estuvieron entre 8.04 y 9.13% que es similar a la reportada por González et al. (2007) y Ricque-Marie et al. (1998).

La estabilidad en el agua de las dietas experimentales de este trabajo fue normal para dietas fabricadas en laboratorio. Cruz-Suárez et al. (2000b), reporta pérdidas de materia seca por lixiviación con un promedio de 8.8% en una hora siendo mayor que los valores comúnmente observados en dietas comerciales de 3 a 6%, (Romero-Álvarez, 1995; Cruz-Suárez, 2000b). Esto se debe a la capacidad de absorción de agua que tienen estas formulaciones, luego de sumergirlas en un periodo de una hora en agua, la dieta de 0% de inclusión presentó un alto porcentaje de absorción de agua, esta dieta tuvo como principal ingrediente harina de pescado, harina de soya y harina de trigo, permitiendo que el alimento incremente su capacidad de absorción que disminuye con la inclusión del ensilado de pescado y la disminución de las harinas (Cruz-Suarez et al., 2000a).

6.4.2 Variables ambientales

Durante el bioensayo las variables físico químicas (temperatura, pH y oxígeno disuelto), registraron valores considerados adecuados para la especie *Oreochromis niloticus* (Cantor, 2007), dichas variables son importantes, ya que influyen directamente en los requerimientos y crecimiento de la especie, como es el caso del oxígeno disuelto, que a niveles de 0.2 -1.0 mg/l es letal para especies acuáticas, los valores obtenidos en este estudio (Tabla 6.4) muestran que la cantidad de oxígeno disuelto está por encima de la cifra mortal para este tipo de organismos, que a niveles superiores de 5 mg/l cesa la mortalidad (Bautista, 1986).

Tabla 6.4 Variables físico químicas del sistema de recirculación en el bioensayo de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*

	Muestra	Unidades	Promedio
Temperatura	Tanques y Biofiltro	°C	29.80 ± 0.72
pH	Tanques y Biofiltro		6.61 ± 0.12
Oxígeno disuelto	Tanques y Biofiltro	mg/l	6.12 ± 0.62
Amonio no ionizado	Biofiltro	mg/l	<0.05

Media ± DE en la misma fila con el mismo superíndice no son significativamente diferentes (P > 0.05).

6.4.3 Crecimiento y conversión alimenticia.

En la Tabla 6.5 y las Figuras 6.1 y 6.2, se muestra que el peso inicial promedio de los juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* estuvo entre 1.23 y 1.24 y la longitud promedio entre 41.07 mm a 40.60 mm. Al final del experimento las tilapias alcanzaron un peso entre 14.43 a 18.74 g y tallas de 92.12 a 104.76 mm los organismos que alcanzaron mayor peso y talla fueron los alimentados con la dieta de 5 % y los de menor crecimiento fueron los de la dieta que no contenía ensilado (0%).

Con relación a los resultados del análisis de varianza de crecimiento en peso y longitud de *Oreochromis niloticus*, se obtuvo diferencia significativa ($p < 0.05$) para el peso y longitud entre la dieta de 0 y 10 % de inclusión y todas las otras dietas.

Sin embargo se encontró un mejor crecimiento en la dieta de menor inclusión de ensilado (5 %).

Soltan et al. (2006) con tilapia del Nilo *O. niloticus* (2.57- 2.71 g) y el bagre africano *Clarias gariepinus* (3.98 - 4.03 g) con diferente porcentaje de inclusión de ensilado de pescado (0, 10, 20, 30 and 40 %) obtuvo el mejor crecimiento con la inclusión de 10 % y 20 % para tilapia y bagre africano, respectivamente y disminuye con el incremento de la inclusión. Estos resultados son similares a los obtenidos en este trabajo.

Llanes et al. (2007) evaluó el crecimiento en tilapia *Oreochromis niloticus* con dietas en que sustituyen la harina de pescado por ensilados de residuos pesqueros en dietas semi-húmedas con un contenido de proteína entre 25.36 a 32.61 %, utilizando juveniles con peso promedio inicial de 3.5 g y llevados a 14.0 y 17.0 g, con el mejor crecimiento en las dieta control a comparación con las de inclusión. Mientras Hernández et al. (2010) también evaluaron el crecimiento en juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* pero con cuatro dietas diferentes (una con harina de pescado, harina porcina, subproductos de aves de corral y un alimento comercial) con 34.42-35.39 % de proteína, utilizaron juveniles de 9.5 g promedio inicial alcanzando un peso final de 47.2 g, la dietas con mejor crecimiento fue la dieta control (harina de pescado) siguiendo la dieta hecha con subproductos de ave de corral.

Tabla 6.5 Crecimiento en juveniles de tilapia con diferente porcentaje de inclusión de ensilado biológico de cabezas de camarón.

Variables	0%	5%	10%	15%	20%	D. Comercial
Peso inicial (g)	1.24 ± 0.01	1.23 ± 0.01	1.23 ± 0.01	1.24 ± 0.01	1.23 ± 0.01	1.24 ± 0.0
Peso final(g)	14.43 ^b ± 2.3	22.22 ^a ± 1.7	19.44 ^a ± 1.1	18.52 ^b ± 1.5	17.09 ^b ± 2.4	18.74 ^b ± 1.6
Peso ganado(g)	13.19 ^b ± 2.35	20.99 ^a ± 1.71	18.21 ^b ± 1.12	17.28 ^b ± 1.53	15.86 ^b ± 2.5	17.50 ^b ± 1.59
Long inicial (mm)	41.07 ± 2.0	40.60 ± 2.3	40.77 ± 2.4	40.97 ± 2.4	41.07 ± 2.0	40.77 ± 1.8
Long. final (mm)	91.12 ^b ± 8.0	104.8 ^a ± 11.7	103.3 ^a ± 8.8	102.36 ^a ± 7.7	99.64 ^b ± 8.0	101.70 ^b ± 8.6

Med ± DE en la misma fila con el mismo superíndice no son significativamente diferente (P > 0.05).

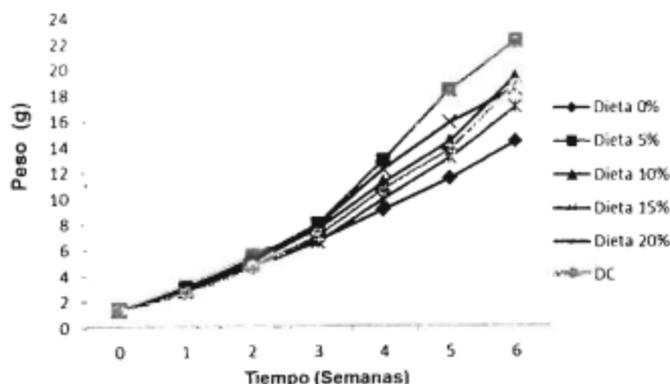


Figura 6.1 Crecimiento en peso (g) de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* con inclusiones de ensilados biológico de cabeza de camarón.

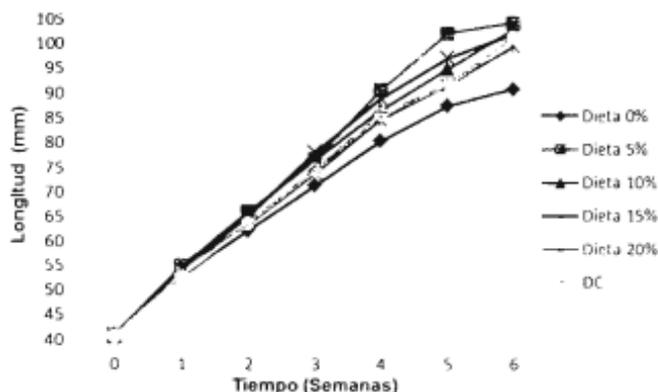


Figura 6.2 Crecimiento en longitud (mm) de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* con inclusiones de ensilados biológico de cabeza de camarón.

6.4.4 Utilización de Proteína en tilapia *O. niloticus*.

El consumo de alimento es una variable que pone en evidencia la aceptación o rechazo de los alimentos y está en función de los elementos agregados en la dieta (Mendoza et al., 1996). Aparentemente, un mayor nivel de inclusión de ensilado representaría un mayor consumo de alimento, por las propiedades que presentan los ensilados de ser atractivos mejorando la palatabilidad que inducirían a una ingesta mayor (Pérez et al., 2004), lo que ocurrió en este trabajo donde las dietas con ensilado tuvieron el mayor consumo. La dieta que presentó el valor más alto en consumo de alimento fue 5 % y la dieta de 0 % tuvo el menor consumo.

Guillaume y Ceccaldi (1999); mencionan que la cantidad y la calidad de proteína en la dieta influyen sobre su consumo por parte de los organismos. La proteína ingerida siguió el mismo comportamiento que el alimento consumido, ya que esta se calcula con el valor de proteína en los alimentos. Las dietas evaluadas en esta investigación, no modificaron el porcentaje de la proteína propuesta en la

formulación (34%) por la inclusión de ensilado de cabeza de camarón esto probable indique que uno de los factores que influyo en el consumo de alimento fue la textura.

En la Tabla 6.6 se presentan los resultados de variables zootécnicas se puede observar que la dieta con el 5 % de inclusión tuvo el mayor porcentaje de ganancia en peso y el menor lo tuvo la dieta de 0% de inclusión.

El factor de conversión alimenticia (FCA) presentó diferencias significativa ($p < 0.05$) de la dieta 5 % con respecto a las otras dietas. Se puede observar que los valores se encuentran entre 1.35:1 a 1.83:1 Hernández et al., (2008) obtuvieron valores de 1.3:1 a 1.7:1 y Fox et al. (1994) encontraron que a mayor porcentaje de inclusión de ensilado se estimula el consumo del alimento por lo que los valores de FCA se incrementan ligeramente.

En dietas húmedas, Llanes et al., (2007) reportan FCA de 3.26:1 a 3.66:1 para juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*. Fagbenro (1994), reportó FCA de 1.77:1, y 1.60:1 para *Oreochromis niloticus*. Fagbenro y Jauncey (1994), en *Clarias gariepinus* (2.44:1 a 2.55:1). En este trabajo, los valores reportados, son mejor quizá por tratarse de dietas húmeda. Sin embargo, Padilla et al., (1995) reportan valores de FAC de 3.12:1 a 3.69:1 utilizando raciones secas de 24% de proteína bruta con ensilado biológico para *Colossoma macropomum*, con proteína de 34%. Ogunji y Wirth (2001), utilizando harina de sangre, en substitución de la harina de pescado en dietas secas de 37% de proteína bruta para tilapia, obtiene un FCA de 4.43:1, muy altos a los obtenidos en este trabajo.

Tabla 6.6 Alimentación y empleo de proteína en juveniles de *Tilapia Oreochromis niloticus* con inclusión de ensilado biológico de cabeza de camarón.

Variables	0%	5%	10%	15%	20%	D Comercial
Consumo alimento (g)	620	796.8	782.92	736.57	717.15	736
kg peso ganado	1067 ^a ±191	1701 ^a ±135	1476 ^a ±78	1391 ^b ±120	1286 ^b ±215	1412 ^b ±129
FCA	1.83±0.211	1.35 ^c ±0.07	1.62 ^a ±0.04	1.63 ^a ±0.128	1.71 ^a ±0.22	1.65 ^a ±0.08
EA (%)	55.31	71.09	67.45	63.34	61.92	59.44
TEP	1.21 ^c ±0.22	1.84 ^a ±0.15	1.51 ^a ±0.08	1.53 ^a ±0.13	1.33 ^b ±0.22	1.48 ^b ±0.14
TCE (l/por día)	4.9 ^c ±0.34	5.8 ^a ±0.15	5.5 ^a ±0.10	5.4 ^a ±0.16	5.24 ^a ±0.3	5.42 ^b ±0.17
UPNA	3.03 ^c ±0.42	3.66 ^a ±0.46	3.38 ^b ±0.18	3.58 ^b ±0.31	3.20 ^b ±0.49	3.44 ^b ±0.35
Super vivencia %	86.67 ^a ±15.27	93.33 ^a ±11.54	100 ^a ±0.0	90 ^a ±10	96.67 ^a ±5.77	83.33 ^a ±11.54

Los valores son la media y desviación estándar. Los superíndices iguales en la misma fila significa que los valores son estadísticamente iguales ($p < 0.05$).

La EA presentó un comportamiento similar en todas las dietas probadas durante el bioensayo. Se observó mayor eficiencia alimenticia para la dieta del 5 % siguiendo la dieta de 10 %. Estos valores difieren a los obtenidos en *Oreochromis niloticus* por Villarroel et al. (2005) bajo condiciones de estrés alimenticio durante 23 días, que obtuvo valores de 1.34 para peces que comieron *ad libitum* y 0.17 para los sub alimentados, quedando por debajo de lo obtenido en este trabajo. Kause et al. (2008) reporta que la eficiencia alimenticia está relacionada con el crecimiento y el tiempo en que sea medida, independientemente de la especie con que se trabaje, en este trabajo se tomaron medidas para obtener un mejor crecimiento sin poner en estrés a los organismos y la duración del bioensayo fue al doble de tiempo lo que podría explicar la diferencia de los valores obtenidos.

Por otro lado Botello et al. (2011) trabajaron en dietas donde sustituyeron harina de pescado con inclusiones de harina de caña enriquecida con ensilado químico (0, 14, 16 y 18 %) para la engorda de tilapia roja por 60 días, teniendo resultados similares a los obtenidos en este trabajo donde a mayor inclusión de harina de caña enriquecida fue menor la EA. lo que también coincide con lo que reportó

Fagbenro (1994). estos autores reportan que las inclusiones de una proteína para sustituir una fuente convencional de proteína como la Harina de pescado tienen un límite idóneo coincidiendo con lo obtenido en este trabajo.

La TEP, presentó valores con tendencia a disminuir a mayor cantidad de inclusión de ensilado, indicando una menor capacidad de asimilación proteica, presentando diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las dieta de 5, 10, 15% y la dieta comercial con las dietas 0 y 20 %. La dieta de menor porcentaje de inclusión de ensilado (5 %) tuvo 1.84 y la TEP menor lo obtuvo la dieta 0% con 1.21 para los juveniles estos valores fueron superiores a los citados por Goncalves et al. (1989) (1.05 y 1.07) y los reportados por Fagbenro y Jauncey (1994 y 1995) para *Clarias gariepinus* (1.06 a 1.09).

El comportamiento de la TEP presentó una relación inversa a la inclusión de ensilado disminuyendo con su incremento. Esta tendencia está relacionada con satisfacer requerimientos de energía Villarroel et al. (2005), la TEP en este experimento, mostró que el aprovechamiento de las fuentes de proteína se ve estimulado por una mayor inclusión del ensilado de cabeza de camarón, debido a las características que favorecen la digestibilidad de la proteína (Pérez et al. 2004).

La tasa de crecimiento específica (TCE) presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las dietas de 0 y 5 % de inclusión y las demás dietas. La mayor TCE fue para la dieta de 5 % con 5.8 y una tasa menor para la dieta de 0% con 4.90. Los resultados difieren de los obtenidos por Hernández et al. (2010) quienes encontraron valores de 2.4 a 2.9 en juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* y por Llanes et al. (2006) con clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*) quien reportó de 3.17 a 4.41, que fue por debajo de lo alcanzado en este trabajo.

Los valores descritos anteriormente (FCA, EA, TEP, TCE) muestran la respuesta de la tilapia alimentados con una dieta comercial y dietas que contenían 0, 5, 10, 15 y 20 % de inclusión de ensilado biológico de cabeza de camarón como sustituto

parcial de la proteína de harina de pescado obteniendo una utilización aparente de la proteína, esto puede ser explicado con los valores obtenidos en la UPNA donde la dieta de 5 % de inclusión de ensilado presentó un valor de 3.86, y una tendencia a disminuir conforme aumentaba el porcentaje de inclusión, presentándose el valor más bajo en la dieta 0 % de inclusión y la dieta comercial, lo que coincide con lo reportado por Goncalves et al. (2010) quien trabajó con un hidrolizado de cabeza de camarón sustituyendo la harina de pescado como fuente de proteína en dietas para tilapia, usando inclusiones de 0, 5, 10, 20% y una dieta comercial, obteniendo mejor aprovechamiento con la dieta de 5 % que fue menor a la dieta comercial. Guillaume et al. (2004) encontraron que la asimilación en los hidrolizados es superior a la de los ensilados, sin embargo, el ensilado de cabeza de camarón presenta buena calidad de proteína ya que en el proceso de fermentación biológica dispone más nutrientes en forma de aminoácidos esenciales como la lisina, metionina y la producción de más energía (Stainkraus, 1983).

Tomando en cuenta lo antes mencionado la supervivencia es un reflejo de lo ocurrido a nivel metabólico ya que los peces se estresan con facilidad, tanto por variables externas como internas Villarreal et al. (2005). Los valores de supervivencia, en este trabajo no representaron un factor que pusiera en riesgo esta investigación ya que se mantuvieron por encima del 80%, lo cual coincide con Llanes et al. (2007) y obtuvieron una supervivencia de 93-94% con un nivel de 25-32% de proteína para *Oreochromis niloticus*, Llanes et al. (2006a, 2006b), reportaron 86-93% con niveles de 23-30 % de proteína para juveniles de *Clarias* (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*). Hernández et al. (2010) reportan supervivencias de 96 y 100% para niveles de 34-35% de proteínas, para juveniles de *Oreochromis niloticus*. Mena et al. (2001), reportaron 94 % de supervivencia en juveniles de tilapia híbrida (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Esto indica que el porcentaje promedio de supervivencia va de 80 a 100 %. Los resultados que se encontraron en este trabajo están entre esos intervalos (83.67 a 96.33%).

Inclusión de ensilado en las dietas. En la figura 6.3 se observa que la TCE con bajos porcentajes de inclusión tienen los valores más altos y esta disminuye al incrementarse el porcentaje de inclusión de ensilado, por lo que el porcentaje óptimo se encuentra entre del 6.5 y 7 % de inclusión de ensilado este resultado es menor a lo recomendado por Plascencia Jatomea et al. (2002) y Soltan et al. (2006) que recomiendan inclusión de 10 a 15 % y menor al 25 % respectivamente y ligeramente mayor que el obtenido por Hernández et al. (2011) que obtuvo 4.4 % como la inclusión óptima.

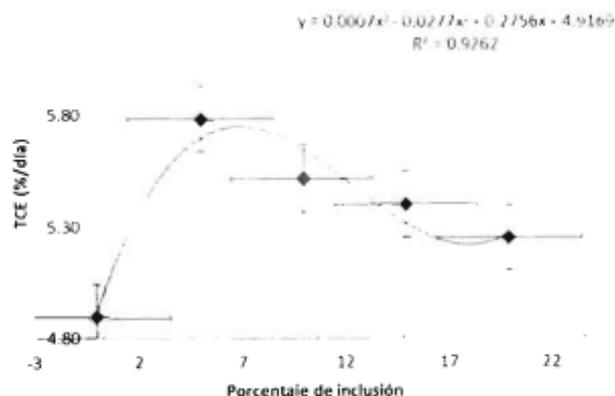


Figura 6.3 Nivel óptimo de inclusión de ensilado biológico de cabeza de camarón que mejora la TCE de *O. niloticus*.

6.4.5 Identificación y cuantificación de aminoácidos.

Perfil de aminoácidos en las dietas. El valor nutricional de un alimento depende del perfil de aminoácidos disponibles para las funciones del cuerpo. Los subproductos de cabeza de camarón tienen un contenido de aminoácidos esenciales relativamente alto que es un índice de su calidad la cual se ve favorecida por el proceso, de elaboración del ensilados donde no se utilizan

temperaturas elevadas que generan pérdidas de aminoácidos termolábiles (Tabla.6.7).

Tabla 6.7 Contenido de amino ácidos de las dietas con ensilado de cabeza de camarón y los requerimientos para tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*.

Aminoácidos	Dieta comercial	Dieta 0 %	Dieta 5 %	Dieta 10 %	Dieta 15 %	Dieta 20 %	Requerimiento o aa tilapia ¹ g/% proteína	Requerimiento o aa tilapia ² g/% proteína
ASPARTICO	16.00	16.83	17.79	16.71	15.70	16.39		
GLUTAMICO	10.84	11.70	12.21	11.46	10.86	11.36		
SERINA	4.57	4.45	4.47	4.27	3.84	4.15		
HISTIDINA*	1.49	1.48	1.77	1.43	1.09	1.28	1.5	1.72
GLICINA	5.66	6.31	6.32	5.93	5.66	6.02		
TREONINA*	4.10	3.93	4.04	3.72	3.64	3.81	3.3	3.75
ARGININA*	2.78	2.54	2.83	3.56	3.38	3.34	4.1	4.2
ALANINA	8.77	9.10	10.04	10.79	10.82	11.81		
VALINA*	0.99	0.89	0.93	0.80	0.78	0.84	3.0	2.8
TIROSINA+FENILALANINA*	7.13	6.45	7.50	8.16	7.79	8.03	4.8	3.75
ISOLEUCINA*	4.24	4.51	4.69	4.51	4.30	4.44	2.6	3.11
LEUCINA*	7.46	7.45	7.62	7.13	6.62	7.08	4.3	3.39
LISINA*	6.62	7.56	7.47	6.82	6.09	6.84	5.1	5.12
PROLINA	9.07	8.36	8.17	8.02	8.27	9.05		
METIONINA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.3	2.68
TRIPTOFANO	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.6	1

ND No determinado

¹Requerimiento para cría de tilapia del Nilo (g por 100 g proteína. No se determinó triptófano (Fagbenro, 2000)

²Requerimiento para cría de tilapia del Nilo (g por 100 g proteína. No se determinó triptófano NRC (1991)

Con relación al perfil de aminoácidos obtenido para las dietas elaboradas con ensilado de cabeza de camarón, se observa que el alimento comercial y la dieta control son deficientes en histidina, arginina y valina, y las dietas elaboradas con ensilado tienen deficiencia arginina y valina también, pero cantidades elevadas de

tirosina+fenilalanina y lisina, de acuerdo a lo establecido por NRC (1993) y Fagbenro (2000). Lo anterior puede ser la explicación a valores de TCE por arriba de los obtenidos por Hernández et al. (2010) quienes obtuvieron TCE 2.4 a 2.9 en juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus* y por Llanes et al. (2006) con *clarias* (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*) quien reportó de 3.17 a 4.41.

Las dietas con ensilado tuvieron niveles adecuados de fenilalanina que pudieron balancear las deficiencias de arginina y valina, y pudieron satisfacer totalmente los requerimientos de *O. niloticus*. En general podemos decir que las dietas con inclusiones de ensilado de cabeza de camarón para alimento de tilapia, tienen un buen perfil de aminoácidos.

Se considera que el ensilado de subproductos de sierra tiene una composición de nutrientes aceptable, como son las proteínas, lípidos y cenizas. La harina de pescado es rica en aminoácidos como lisina, metionina y la cistina. (García-Galano et al., 2007). La composición de aminoácidos y el crecimiento obtenido para las dietas con inclusión de ensilado es una buena opción como fuente de proteína no convencional que puede sustituir hasta el 20 % de la harina de pescado sin efecto adverso en el crecimiento y utilización de nutrientes para juveniles de Tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, de igual manera los costos se reducen con la substitución de ensilados de cabeza de camarón sin efecto negativo en el crecimiento experimental de los juveniles de *O. niloticus* por lo que, el empleo de los desechos de camarón podría reducir los costos de alimentación de tilapia *O. niloticus* y también resolver el problema de la disposición de estos desechos de la Industria camarónica.

6.4.5 Evaluación de costos de la alimentación de Tilapia.

La producción de alimentos para acuicultura es más cara que la producción del alimento tradicional por ello, es importante saber lo que cuesta la alimentación y donde incurren los costos (Devresse, 2000).

En la tabla 6.8 se describe el costo de los ingredientes de cada dieta experimental que se realizó en este trabajo. Los costos que se muestran solo incluyen los insumos utilizados para las dietas experimentales; estos no incluyen la depreciación de la línea de producción, la mano de obra, transportes ni combustibles utilizados (energía eléctrica, hidrocarburos, reactivos de análisis bioquímicos, entre otros), los datos se basan en precios obtenidos al momento de elaborar las dietas (pesos mexicanos); debido a que la producción del alimento utilizado fue poca se expresaron los gastos por kilo de alimento elaborado.

Tabla 6.8 Relación costo-beneficio de la producción de tilapia e ingredientes para elaborar un kilogramo de alimento y producción de un kilo de tilapia.

Ingredientes	0%	5%	10%	15%	20%	Dieta comercial
H. Pescado	3.32	3.07	2.63	2.19	1.76	
H. de soya	3	3	3	3	3	
Ensilado camarón	0	0.07	0.14	0.21	0.28	
H. de trigo	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	
Aceite de pescado	0.18	0.22	0.26	0.3	0.37	
Aceite de soya	0.72	0.53	0.34	0.14	0.06	
Almidón	1.55	1.29	1.09	0.84	0.56	
Premezcla mineral	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	
Fosfato de calcio dibásico	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	
Carboxi-metil-celulosa	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	
Lecitina de soya	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	
Precio de 1 Kg alimento	16.26	15.67	14.95	14.17	13.52	14
Producir 1 kg de tilapia	29.76	21.15	24.22	23.10	23.12	23.24
Costo de la proteína (%)	51.3	52	52.1	52.36	52.21	

Alimento consumido Kg	0.62	0.80	0.78	0.74	0.72	0.74
Tasa de crecimiento específico	4.71	5.56	5.3	5.19	5.04	5.22
Costo del alimento	10.08	12.49	11.70	10.44	9.70	10.30
Kg de pez producido	0.13	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14
Valor del pez 25.2/Kg	3.32	3.61	3.72	3.58	3.59	3.55
Índice de costos (I C)	76.58	87.13	79.24	73.54	68.14	73.08
Índice de utilidades (I U)	0.33	0.29	0.32	0.34	0.37	0.34

Se puede apreciar que las dietas con el precio más bajo son las que contiene mayor porcentaje de ensilaje y la de mayor precio fue la dieta (0%) a base únicamente de harinas sin inclusión de ensilado. haciendo una comparación con la dieta comercial (precio del alimento de Purina obtenido en la distribuidora de Alimentos del Occidentes, S. A. de C. V. en Mazatlán Sin.) con un costo de \$14.00 pesos por kilo. En relación a la producción de un kilo de tilapia de acuerdo al FCA se puede apreciar que el precio más bajo se tiene con la dieta de menor inclusión y el de mayor precio es de \$21.15 de acuerdo al crecimiento (peso y longitud) en este trabajo, el mejor crecimiento se obtuvo en todas las inclusiones y no tuvieron diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ellas y únicamente la dieta 0 % fue estadísticamente diferente.

Se observa que los ingredientes más caros en las dietas para tilapia son las fuentes de proteína, el fosfato de calcio bivalente, y el aglutinante. Sin embargo los costos para producir un kilo de tilapia disminuyen con las dietas que contienen ensilados sin tener efecto negativo en el crecimiento, además, el precio de producción de 1 Kg de tilapia es igual con cualquiera de las dietas evaluadas en este trabajo hasta el 20 % de sustitución de harina de pescado. Un buen indicador económico es el índice de utilidades que es similar en todas las dietas y solo la

dieta de 20 % tuvo un valor superior a la comercial empleada. El comportamiento de estos índices concuerda con lo reportado por Nwanna y Daramola (2000), quienes trabajaron con costos de producción para dietas a base de harina de cabeza de camarón, y aunque sus dietas fueron más baratas debido a una formulación con pocos ingredientes los indicadores de crecimiento fueron menor a los obtenidos en este trabajo.

Los resultados de la composición de aminoácidos y el crecimiento obtenido para las dietas con inclusión de ensilado es una buena opción como fuente de proteína no convencional que puede sustituir hasta el 20 % de la harina de pescado sin efecto adverso en el crecimiento y utilización de nutrientes para juveniles de Tilapia del Nilo *O. niloticus*, de igual manera los costos se reducen con la sustitución de ensilados de cabeza de camarón sin efecto negativo en el crecimiento experimental de los juveniles de *O. niloticus* por lo que, el empleo de los desechos de camarón podría reducir los costos de alimentación de tilapia *O. niloticus* y también resolver el problema de la disposición de estos desechos de la Industria camaronicola. Se requiere evaluar dietas con mayor porcentaje de inclusión de ensilado y su efecto en la digestibilidad de esta especie.

CAPITULO 7 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA PRODUCCIÓN DE ENSILADOS.

INTRODUCCIÓN

La razón fundamental para producir ensilados de pescado parte de la disponibilidad y el bajo costo de los mismos, y su producción depende del acceso y la disponibilidad de la materia prima. En varios países los desechos de la pesca y la acuicultura se transforman en harina de pescado, sin embargo es importante señalar que este proceso tiene una capacidad instalada que permite operar hasta 10 toneladas por día, lo que requiere de grandes volúmenes de materia prima que permitan hacer rentable la operación del proceso (Ferraz de Arruda y Oetterer, 2007).

Gran parte de las alternativas que se han empleado con los residuos de la pesca y la acuicultura como son los rellenos sanitarios y lagunas de tratamiento de efluentes no son las más recomendables, debido a los olores desagradables que provocan en las zonas costeras, lo que ha demandado esquemas técnicos para viabilizar un sistema de obtención de subproductos, que sea al mismo tiempo, económico fácil de operar y se encuentre dentro del marco legal que establece el cuidado del ambiente.

Los ensilados requieren bajo capital y su escala de operación se ajusta al suministro de la materia prima (Potter et al., 1978) quienes consideran atractivas las pequeñas comunidades pesqueras o comunidades alejadas de las fábricas de harina. También el empleo de la pesca incidental o de los desechos del procesamiento como son los recortes, vísceras que se producen en grandes cantidades durante esta operación ya que la producción de ensilados requiere de una inversión en equipo mínima y su producción y almacenamiento es barata y

puede ser en pequeña o a gran escala (Raa et al., 1983) y por lo tanto más barata que su transformación a harina de pescado.

Una forma de minimizar los problemas en el ambiente generados por la gran cantidad de desechos de la pesca y la acuicultura es su transformación en un producto para ser empleado como insumos en alimentos para animales (Ristic et al.; 2002). El ensilado tiene buena calidad nutricional y puede por lo tanto, ser una buena opción en la alimentación animal (Berenz, 2003). Arason et al. (1990) concluyeron que la producción de ensilado de pescado, además de ser una materia prima con buen valor nutricional, requiere una baja inversión y beneficios energéticos y ambientales, lo que la hace una tecnología económica y viable para su aplicación a nivel comercial.

Sin embargo, el producto líquido de este proceso no es económico para su transporte y almacenamiento, lo que ha sugerido el secado en tambores industriales para poder ser empleado como insumo en dietas para animales (Hardy et al., 1984), pero el empleo de estos tambores no lo hace económico. La alternativa a este problema es el "co-secar" el ensilado adicionando un pequeño porcentaje de un material seco (material de relleno) que permita reducir ambos problemas, pero la elección del tipo de secado y el tipo de relleno impactará económicamente y en los beneficios de empleo del ensilado de pescado para la alimentación animal.

7. 1 Empleo de los ensilados y aspectos económicos

Los constituyentes de los alimentos en la acuicultura constituyen uno de los factores más importantes que afectan la economía y la producción en esta actividad. Un objetivo central en la nutrición animal es la formulación de dietas que permitan el crecimiento óptimo y el buen estado de salud de los animales en cultivo y de un producto de buena calidad al menor costo posible.

Las dietas experimentales o los suplementos alimenticios pueden aplicarse en la producción acuícola comercial con la expectativa de incrementar la ya existente. Los modelos existentes por lo tanto, se desarrollan a partir de los valores experimentales obtenidos: (costos de alimentación, tasa de crecimiento, eficiencia del crecimiento y mortalidad. Shang (1981) identificó cinco factores fundamentales que permiten perfilar el empleo de una dieta en particular, (a) índice de utilidades, (b) costos variables, (c) producción (d) tiempo de producción deseada, y (e) los costos fijos.

El criterio económico principal para seleccionar los ingredientes y dietas es aquel que permite maximizar el aprovechamiento, ya que este reduce los costos por alimentación y puede mejorar la eficiencia de conversión, tasa de crecimiento o en su defecto incrementar la mortalidad teniendo como consecuencia una reducción del rendimiento (Urban y Pruder, 1991). Los costos de alimentación están en función de (a) precio y proporciones de los componentes de la dieta, (b) cantidad de alimento requerido para el cultivo de los animales, (c) costos de elaboración de las dietas y (d) otros costos necesarios para producir y obtener la dieta.

La viabilidad económica de la producción de ensilados, debe considerar el lugar y tiempo específico, el estudio de las necesidades locales, por lo que es imposible generalizar sobre la producción artesanal de alimentos basados en ensilados. Sin embargo, teniendo en cuenta que la inversión de capital no es elevada, y lo pequeño de la granja se tendría un ahorro considerable en la producción de alimentos basado en ensilados. Además, la mano de obra existente en una pequeña granja puede ser capaz de absorber la carga de trabajo adicional de fabricar los alimentos y mantener los costos operativos bajos.

Existen también, otras actividades en las granjas pequeñas que pueden ser capaces de absorber el trabajo extra reduciendo así los costos de operación. La fabricación de alimentos en las granjas ofrece una alternativa más barata a la

compra de productos de fabricación comercial, donde están disponibles a nivel local.

Fagbenro, (1994) considera que el análisis económico de los resultados obtenidos con las dietas experimentales que contienen ensilados para la alimentación de camarón y tilapia no consideran el hecho de que existe diferencia entre los experimentos de laboratorio y el funcionamiento de una empresa comercialmente viable. Por lo que la pregunta pertinente por lo tanto, sigue siendo - ¿es económico emplear las dietas que contienen ensilados biológico en comparación con las dietas convencionalmente preparadas?

La economía de los desechos de los peces o la utilización de ensilados depende de las condiciones locales y de varios factores tales como: (a) la cantidad y la continuidad de desechos disponibles, (b) la calidad sanitaria, (c) la calidad de los nutrientes, (d) la manipulación, (e) transporte, (f) el almacenamiento y (g) la eliminación o reducción de la humedad (secado).

Si bien es posible obtener el precio en el mercado de los ingredientes tradicionales, no es fácil evaluar el precio del ensilado debido a las diferencias en la disponibilidad, la tecnología y la escala de producción. El hecho de que el cosecado del ensilado puede proporcionar un 50% de las proteínas de la dieta total significa que el costo de producción puede reducirse significativamente, si existe suficiente pescado de bajo costo que esté disponible. El uso de dietas secas de pescado ensilado podría significar un precio más bajo de los peces y por lo tanto es particularmente útil para países tropicales en desarrollo.

Los resultados de este estudio no pueden extrapolarse directamente para una evaluación comercial de la inclusión de ensilado en la dieta de los animales evaluados sin un análisis detallado de los costos, y no prueba necesariamente que el ensilado se puede utilizar como un suplemento económico para la producción comercial. El método del costo de alimentación representa una mejora en la el análisis económico o la evaluación de costo de los alimentos, pero sigue siendo

inadecuada, ya que se limita a establecer la información básica necesaria para el siguiente paso - que es que el ensilado debe ser probado en ensayos a escala comercial para ver si la rentabilidad es mejorada (Fagbenro, 1994).

7. 2. Modelo de producción de ensilados y costos en México.

Esta evaluación se basa en la oferta de desechos de pescado y cabeza de camarón de acuicultura en el Sur de Sinaloa (México), donde se generan más de 5 mil toneladas de cabeza de camarón al año y 4000 kg de desechos de pescado/día, sobre todo dorado *Coryphaena hippurus* sierra *Scomberomorus sierra* mojarra china *Diapterus peruvianus* burro *Haemulopsis leuciscus* chile verde *Caranx caballus* y ratón amarillo *Polydactylus opercularis* se generan durante más de 220 días al año. El costo de producción de ensilado líquido se calcula a partir de los precios de mercado actual de los materiales, mano de obra y servicio de transporte en México.

CAPÍTULO 8 DISCUSIÓN GENERAL.

Efecto de los carbohidratos en los ensilados biológicos.

Las bacterias de la descomposición emplean a los aminoácidos como fuente de energía, producto de la hidrólisis de las proteínas de los desechos del pescado las bacterias ácido-lácticas, utilizan como fuente de energía los azúcares como son la glucosa, fructosa y ribosa facilitando su crecimiento rápido y presentándose de inmediato la fermentación que produce un ambiente anaeróbico que convierte a esta en la población predominante, con la consecuente disminución de pH que indica una buena fermentación y el incremento de acidez que se genera por la formación de ácidos, del cual el ácido láctico es muy abundante (Stefanie, 2001).

Se ha reportado por Llanes et al. (2007) y Toledo-Pérez et al. (2007) el empleo de bacterias del yogurt para ensilar desechos de pescado que permiten obtener un ensilado estable que alcanza alrededor de 4.5 de pH. También González y Marin (2006) utilizan bacterias del yogurt para ensilar pescado y reportan un porcentaje de acidez de 3.5 a 4.0 el cual es mayor que el obtenido en estos trabajos.

Se considera que la disminución en el valor de pH y la alta acidez favorece el desarrollo de los microorganismos ácido-lácticos en los ensilados lo que se puede constatar por la disminución general de los coliformes y la ausencia de Salmonella al final del tiempo de fermentación; la incorporación de sorbato de potasio es necesaria previniendo la contaminación del producto fermentado por levaduras que asimilan el ácido láctico (Lindgren y Pleje, 1983).

Los ensilados se obtiene en un amplio intervalo de temperaturas (20°C-35°C) y los países tropicales están dentro de los 28° a 32°C, lo que permite la aplicación práctica de la fermentación para la conservación y preservación de los desechos de los peces. Esta técnica permite reducir los costos en el equipamiento necesario

en estas regiones del mundo. Un ensilado se puede producir entre los 30°C a 35°C que es el intervalo óptimo para los lactobacilos (McDonald, 1981).

Fagbenro (1994) encontró que la melaza es la fuente más adecuada de carbohidratos en la estabilidad de los ensilados. Ante la necesidad de reducir los costos de producción de los ensilados, recomienda a los países en desarrollo que se empleen los desechos en la región agropecuarios e industriales que y el empleo de la melaza es lo más adecuado para desarrollarlos.

El porcentaje de carbohidratos que se emplean en la fermentación ácido láctica varía entre el 10% y 50% del peso total de los componentes del ensilado y en los primeros experimentos (Roa, 1965; Stanton y Yeoh, 1977; Lindgren y Pleje, 1983) demostraron que una mezcla de 1:1 de peces y carbohidratos produce ensilados estables. Otros trabajos más recientes han reportado el empleo de 15 % de melaza (Bello, 1994; Nwana, 2003; Vidotti, 2003; González y Marín, 2005 y Toledo-Pérez, 2007).

Generalmente se pierden aminoácidos durante la fermentación por su interacción con los azúcares de la melaza residual (James et al., 1977) o por su empleo como fuente de nitrógeno por los microorganismos (Jonsson et al., 1983). El triptófano es un AAE que es lábil a las condiciones ácidas que se presentan en los ensilados y además tienen poca solubilidad en el agua. (Nielsen et al., 1985), de ahí que se precipite (Hall et al., 1985a, b; Espe et al., 1991).

La calidad nutricional del ensilado de pescado puede mejorar mediante la inhibición de la actividad enzimática o mediante la limitación del grado de proteólisis. Para detener la autólisis de los ensilados después de 3-7 días y producir un ensilado de pescado estable se puede agregar sal común (NaCl) (Gildberg et al., 1984), mejorando las ganancias de peso, TEP, el valor biológico (VB) y la utilización de proteína neta aparente (UPNA), cuando las dietas con ensilado fueron suministradas a salmonidos (Lall, 1991) y ratas (Espe et al., 1992a).

Composición química de los ensilados.

La composición química de los ensilados es semejante a la de la materia prima, a pesar de la pequeña dilución que provoca la adición de los ingredientes para la fermentación y que en este trabajo se tuvo poca alteración de los contenidos del ensilado ya que no se eliminaron los lípidos. Es importante mantener los lípidos en el ensilado para incrementar la energía en el animal (Fagbenro, 1994) pero algunos trabajos como el de Ferraz de Arruda et al. (2007) consideran que los alimentos deben elaborarse eliminando los lípidos de los ensilados para evitar la oxidación de los lípidos presentes en él.

El valor nutritivo del ensilado está en la digestibilidad de la proteína que debe ser preservada y evitar el almacenamiento prolongado. Un ensilado posee un alto valor nutritivo y biológico para la alimentación animal, ya que se conserva la calidad proteínica del producto, particularmente de aminoácidos como la lisina, metionina y cistina. En comparación con la harina de pescado, el ensilado presenta valores más bajos de aminoácidos sulfurados, pero más elevados de lisina.

En la Tabla 8.1 se presenta un comparativo químicos de algunos trabajos con ensilados y podemos observar que no reportan valores de proteína neta y pocos reportan el nitrógeno no proteico; la diferencia de los valores para proteína cruda se debe al manejo que hacen del ensilado para su empleo. Otra diferencia importante lo representa el contenido de N-NP que en este trabajo está por debajo de los otros trabajos lo que se puede explicar por el manejo de los desechos para elaborar el ensilado, este trabajo reporta valores de proteína cruda dentro del intervalo de los presentados por los otros autores y el contenido de lípidos varía por las características fisiológicas y las diferentes especies empleadas. Los ensilados de atún y tilapia de este trabajo tuvieron bajo contenido de proteína cruda con relación a las otras especies y esta es similar a lo reportado por Ferraz de Arruda (1994) para tilapia y menor a lo reportado por Hernández et al. (2011) y

el contenido de lípidos es similar en ambos casos lo que seguramente se explica por las condiciones de los desechos que en ocasiones pueden contener mayor cantidad de músculo

Tabla 8.1 Contenido químico de ensilados biológicos de desechos de la pesca y la acuicultura empleados para la alimentación de especies acuícolas.

Autores	Desechos	Humedad %	Proteína Cruda %	N-Ni-Protéico %	Proteína neta	Cenizas %	Lípidos %	Carbohidratos %	
Hassan & Heath, 1987	Perca blanca	70.22±5.0	15.91±1.0	No reporta	No reporta	6.11±0.5	4.99±0.4	2.77	
Hassan & Heath, 1987	trucha	58.56±5.6	17.96±1.5	No reporta	No reporta	2.83±0.2	8.84±0.8	1.81	
Cordova 1990	Perla y catarro	78.35	15.0	No reporta	No reporta	4.2 a 4.8	1.65 y 1.5	No reporta	
	Micromesistius australis y Trachurus latifasciatus	71.19	17.25	No reporta	No reporta				
Fagbenro y Jauncey 1993	Tilapia Oreochromis niloticus	73.7	42.4	21.7	No reporta	15.6	10.6	24.9	
Fagbenro y Jauncey, 1993	Bagre Clarias gariepinus	67.35	41.3	23.6	No reporta	15.3	11.74	No reporta	
Ferraz de Arruda, 1994	Tilapia Oreochromis niloticus	78.3	12.8	No reporta	No reporta	4.17	3.9	No reporta	
Fagbenro, 1996	Cabeza de camarón Macrobrachium	71	43.4	22.9	No reporta	16.5	10.8	No reporta	
	vollehdorven Sardina (Sardinella Aurata)			No reporta	No reporta	8.0	4.8	No reporta	
González y Marín, 2005	Atún	68.4	14.8	No reporta	No reporta	14.2	8.1	No reporta	
Hernández, et al, 2011	Este trabajo*	Atún Thunnus albacares	51.12±0.76	14.92±0.5	No reporta	10.3±0.06	6.97±0.43	16.01	
	Este trabajo*	Tilapia Oreochromis sp	66.77±0.4	8.92±0.76	No reporta	3.34±0.13	5.33±0.1	15.5	
	Este trabajo*	sierra Scomberomorus sierra	63.9±0.12	33.8±0.8	3.46±0	12.18±1	15.9±0.51	21.3±0.8	25.6±1.0
	Este trabajo*	cabeza de camarón L. vannamei	71.57±0.1	34.05±0	3.47±0	12.33±0.7	14.47±0	10.32±1	37.69±0

*Se reportan valores en base seca

Crecimiento y empleo de la proteína. Las dietas experimentales tuvieron Buena aceptación por los camarones; no hubo rechazo del alimento lo que significa que tuvieron una condición de atractibilidad aceptable durante el experimento completo sin embargo el FCA para las dietas presentó valores similares a lo reportado en otros trabajos (Tabla 8.2).

Tabla 8.2 Conversión de alimento, crecimiento y uso de proteína en dietas para camarón con inclusión de ensilados.

Variables	porcentaje de inclusión						Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	16	20.5	27	D. comercial				
							<i>L. schmitti</i>	Carpa plateada Hydrophnamic nitrys molana	Borising- Ruang et al 2003 (1.3g) EBP ¹
FCA	5.1	3.6	5.2	5.4	5.4				
TCE%	1.95	2.27	2	1.99	1.71				
Variables	porcentaje de inclusión						Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	5	10	15					
							<i>L. schmitti</i>	Desechos de sardina	Gonzalez et al. 2007 (2.7g) HEBP ²
FCA	0.82	1.05	1.36	1.72					
TCE%	4.65	1.58	4.69	1.57					
Variables	porcentaje de inclusión						Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	2.5	5	7.5	10				
							<i>L. vannamei</i>	Desechos de atún	Hernández, et al., 2011 (1.6g) HDA ³
FCA	1.78	1.46	1.33	2.09	2.02				
TCE%	4.63	4.89	5.12	4.43	4.47				
TEP	1.28	1.57	1.77	1.14	1.2				
Variables	porcentaje de inclusión						Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	6.2	8.2	10.2	12.2	D. comercial			
							<i>L. vannamei</i>	Sierra del Pacifico <i>Scaevola</i> <i>S. sierra</i>	Este trabajo (1.4g):EBS ⁴
FCA	1.75	1.58	1.69	1.95	1.97	1.78			
TCE%	2.93	3.28	3.29	3.02	2.81	3.18			
TEP	1.63	2.09	2.08	1.9	2.08	1.91			

¹EBP: Ensilado Biológico de pescado ²HEBP: Harna de ensilado Biológico de sardina ³HDA: Hidrolizado de desechos de Atún. ⁴EBS: Ensilado Biológico de sierra

La TCE en este trabajo fue menor a lo reportado por Hernández et al. (2011) y semejante a los valores de los otros trabajos que se presentan en esta tabla y una TEP semejante a los reportados aquí, quizá la diferencia en la TCE se debió a que el sistema experimental mantuvo un volumen de 2 litros por organismo y los sistemas empleados para estos experimentos reportan arriba de 7 litros por organismo

En la tabla 8.3 se presentan algunos valores de FCA TCE y TEP para tilapias y se observa que el FCA obtenido en este trabajo fue mejor que lo reportado por Nwana y Daramola (2000); Plascencia-Jatomea et al (2002); Carvalho et al. (2006) y menor a lo obtenido por Nunes-Costa et al. (2009). Gana-Baker et al. (2009) y Goncalves et al. (2010) La TCE de este trabajo. fue mejor que la obtenida por (Nwana y Daramola, 2000; Plascencia-Jatomea et al., 2002; Cavalheiro et al., 2007) y fue menor que la reportada por Goncalves et al. (2010) y Gana-Baker et al. (2009) para *O. niloticus*. Aunque existieron condiciones experimentales diferentes, como fueron los pesos iniciales de los organismos en los trabajos de la tabla 6.6 y se observar que el crecimiento no es afectado significativamente pudiendo reemplazarse hasta el 15 % de harina de pescado por ensilado biológico.

Tabla 8.3 Conversión de alimento, crecimiento y uso de proteína en dietas para juveniles de tilapia *O. niloticus* con inclusión de ensilados.

Variables	porcentaje de inclusión					Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	25	50	75	100			
FCA	1.4	1.37	1.33	1.39	1.54	<i>Oreochromis niloticus</i>	Desechos de tilapia	Fajardo 1994 EBFT ¹
TCE%	2.41	2.48	2.54	2.44	2.32			
TEP	2.41	2.45	2.52	2.40	2.18			

Variables	porcentaje de inclusión					Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	5	10	15	20			
FCA	2.76	2.71	2.69	2.58	2.52	<i>Oreochromis niloticus</i>	Cabeza de camarón	Nwana, L.C y J.A. Daramola 2000 (1.4g) HEBOC
TCE%	1.67	1.64	1.62	1.56	1.55			
TEP	1.46	1.35	1.30	1.31	1.25			

Variables	porcentaje de inclusión				Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	10	15	20			
					<i>Oreochromis niloticus</i>	Cabeza de camarón	Plascencia-Jatomea et al. 2002

FCA	2.1	1.9	1.8	2.1
TCE%	1.4	1.5	1.5	1.5
TEP	1.7	1.9	1.8	1.7

Variables	porcentaje de inclusión				Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	10	20		<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>	Cavalheiro, et al 2006 (25.7g) EBFT ²
FCA	1.63	1.62	1.79				
TCE%	1.46	1.51	1.55				
TEP	1.56	1.71	1.65				

Variables	porcentaje de inclusión					Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0	4.0	8.0	12.0	16.0	<i>Oreochromis niloticus</i>	Cabeza de camarón	Nunes-Costa, et al 2009 (7.2g) EBCC ³
FCA	1.12	1.1	1.1	1.1	1.1			
TCE%	3.05	3.1	2.9	2.7	2.3			

Variables	porcentaje de inclusión					Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0.0	33.3	66.6	100	D.Comercial	<i>Oreochromis niloticus</i>	Cabezas de camarón	Cavalheiro, et al EBCC ³
TCE g/día	0.13	0.14	0.11	0.16	0.16			

Variables	porcentaje de inclusión					Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0.0	1.5	3.0	6.0	D.Comercial	<i>Oreochromis niloticus</i>	Cabezas de camarón ⁴	Gonçalves, et al 2010 (1.7g) HBCC ¹
FCA	1.15	1.1	1.14	1.1	1.26			
TCE%	7.15	7.3	6.85	6.7	5.25			
TEP	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1			

Variables	porcentaje de inclusión				Especie experimental	Materia prima	Referencia
				20%	<i>Oreochromis niloticus</i>	Desechos restaurantes	Gina-Baker, et al 2009 (0.01g) DIP ⁵
FCA				1.31			
TCE%				8.37			

Variables	porcentaje de inclusión						Especie experimental	Materia prima	Referencia
	0.0	5.0	10.0	15.0	20.0	D.Comercial	<i>Oreochromis niloticus</i>	Cabezas de camarón	Este trabajo (1.2g) EBCC ³
FCA	1.83	1.35	1.62	1.63	1.71	1.66			
TCE%	4.9	5.8	5.5	5.4	5.24	5.42			
TCE g/día	0.25	0.40	0.35	0.33	0.30	0.33			
TEP	1.21	1.64	1.51	1.53	1.3	1.45			

¹HBCC: Harina de ensilado Biológico de cabeza de camarón. ²HBCC: Hiorrelizado Biológico de cabeza de camarón. ³EBFT: Ensilado Biológico del fileteado de Tilapia. ⁴EBCC: Ensilado químico de cabeza de camarón. ⁵DIP: Desechos de la industria Pesquera. ⁶EBCC: Ensilado Biológico de Cabeza de Camarón.

El costo de los alimentos elaborados con ensilados es ligeramente menor que el alimento comercial (1 a 4 %) en Mazatlán. Sin embargo, no se ha probado el alimento en un sistema de producción comercial ni tampoco se ha realizado la

evaluación a nivel piloto de la producción de ensilados a partir de estos materiales. En términos de los resultados de crecimiento de las especies probadas podemos sustituir para camarón hasta el 10.2 % de la harina de pescado sin que se afecte significativamente la TCE y para tilapia podemos sustituir hasta el 10 % de la harina de pescado sin que se afecte significativamente la TCE.

Los resultados obtenidos para los costos, demostraron que el ensilaje de cabeza de camarón podría sustituir hasta un 20 % la harina de pescado, sin afectar el crecimiento de la especie, reduciendo y desde luego mejorando los costos de producción y los índices de utilidades.

CAPITULO 9 CONCLUSIONES

Los subproductos de la actividad pesquera y acuicola en México y en el mundo se encuentran disponibles, son abundantes y diversos. La gran variedad de especies en las zonas tropicales permite que durante la mayor parte del año se puedan coleccionar y las carcasas de las especies destinadas al consumo humano y las cabezas de camarón que en México no se utilizan y se destinan a los basureros municipales, en el mejor de los casos, convirtiéndose en un problema de contaminación del ambiente. Estos subproductos contienen gran porcentaje de tejido con un buen contenido de proteína y lípidos que pueden ser utilizados de diferente manera y procesarse como ensilados.

Para la Zona Sur de Sinaloa se encuestaron en el ciclo 2008-2009, el 50 % del total de granjas camarónicas concluyéndose que 17.4 % cuenta con sistema de producción intensivo que con una densidad de siembra de 30 organismos/M²; el 78.2 % cuenta con un sistema de producción semi intensivo, con una densidad de siembra de 14 organismos/M² y solamente 1 granja tiene sistema extensivo lo que nos permite establecer que el sistema de producción dominante será el semi-intensivo porque su ubicación es en las márgenes de los esteros con agua que tiene una alta carga de materia orgánica resto año 2009 y la producción para ese ciclo fue de 3725.7 toneladas estimándose una producción de cabeza de camarón como desecho de 1862 Ton, sin embargo la producción total, de cabeza de camarón estimada para la Zona Sur del estado fue de 5 000 Ton considerando la información obtenida de las plantas de procesamiento o descabezado de camarón ya que Mazatlán procesa la producción de las granjas de Nayarit y norte y centro del estado de Sinaloa y estos desechos no cuentan con un destino y uso pre-establecido, lo que lo hace un recurso disponible.

El cultivo de tilapia en la Zona Sur de Sinaloa es principalmente semi-intensivo con una producción de 77 Ton/año de los cuales se producen alrededor de 37 Ton/año

de desechos del fileteado sin que cuente con un destino y uso pre-establecido, lo que lo hace un recurso disponible.

Para la pesca artesanal en el Sur de Sinaloa se concluye que existen 6 especies de peces marinos con mayor abundancia relativa: Dorado (*Coryphaena hippurus*), la sierra (*Scomberomorus sierra*), la mojarra (*Diapterus peruvianus*), burro trompudo (*Haemulopsis leuciscus*), el chile verde (*Caranx caballus*) y el ratón amarillo (*Polydactylus opercularis*) y que de esta actividad se producen de 240 a 300 Ton/año de desechos sin embargo estos tienen un destino y uso pre-establecido pues por el momento se comercializan para la producción de harina fuera de la localidad.

Para la producción de desechos de la pesquería del atún se tiene un estimado de 44 000 Tons de cabezas cola, viscera/año que tiene un destino a la planta harinera de la localidad y 12 800 Ton/año de líquidos (agua de cola) que se derraman al estero del Infiernillo, por lo que este recurso no está disponible.

De lo anterior se concluye que los desechos disponibles son cabeza de camarón, desechos de la pesca artesanal y del fileteado de tilapia que juntos hacen un volumen de 5277 Ton/año que constituyen un potencial para emplearse en la producción de ensilados destinados a la alimentación de camarón y tilapia que se produce en la región.

Los ensilados fueron estables durante la fermentación y almacenados por un periodo de 20 días. El pH y la acidez total no se alejaron mucho del intervalo recomendado en la bibliografía. La degradación de la proteína fue baja en los ensilados biológicos de sierra y cabeza de camarón ya que mantuvieron un buen perfil de aminoácidos que se reflejó en las dietas elaboradas con ambos ensilados sugiriendo que son potencialmente una buena fuente de proteína. El proceso de fermentación con el empleo de la melaza y lactobacilos es una técnica sencilla para preservar la proteína de desechos y subproductos accesible en las condiciones del trópico mexicano.

Las condiciones microbiológicas de los ensilados indican que la fermentación de estos desechos es inocua y puedan emplearse como insumos en dietas para alimentación animal, y en particular la formación de histamina a las 96 horas en el ensilado de sierra está por debajo del máximo establecido en la NOM para alimentos de empleo en humanos.

Por lo anterior se puede concluir que los ensilados biológicos con el inóculo y la fuente de carbono empleada en este trabajo se desarrollan adecuadamente, sin riesgo microbiológico y cuenta con la cantidad y calidad de nutrientes que permiten emplearse en dietas para la acuicultura.

El desempeño en el crecimiento de camarón y tilapia no fue afectado con inclusiones de hasta el 10 y el 15 % respectivamente (que fueron equivalentes a 32 y 60 % de la proteína animal en la dieta, respectivamente).

La tasa de supervivencia durante los bioensayos fue del 71 al 97% en ambos bioensayos lo que no fue un factor relevante, pues la mortalidad se debió al manejo de los sistemas experimentales y no a las dietas con inclusión de ensilado sin presentar efecto negativo sobre los diversos índices de calidad y utilización de la proteína. El factor de conversión del alimento es mejor en las dietas con menor porcentaje de inclusión de ensilado con relación al aprovechamiento del alimento de una dieta comercial y la utilización de proteína en este estudio podrían atribuirse al manejo en la alimentación durante el experimento relacionado con un régimen fijo de alimentos que pudo sobrestimar el suministro.

El uso de estos ensilados es una buena alternativa de bajo costo en la integración como ingrediente en dietas para organismos acuáticos comparada con las dietas comerciales para ambas especies.

El costo más elevado en la elaboración de ensilados lo representó, en este estudio, el inóculo empleado que fue un producto comercial por lo que se deberá tener disponible una cepa de lactobacilos que permita su uso en las cantidades

que se necesiten y se considera que es necesario realizar estudios enfocados a los insumos que permitan sustituir los alimentos comerciales o algunos ingredientes de las dietas, ya que la mayoría de los estudios no se dirigen a los productores comunitarios y familiares, sino a bajar los costos de producción de las grandes empresas.

LITERATURA CITADA

Aidos, I, A Lourenço, A Vander Padt, JB Luten & RM Boom. 2002. Stability of Crude Herring Oil Produced from Fresh Byproducts: Influence of temperature during Storage. *Journal of Food Science* 67: 3314–3320

Aidos, I, A Vander Padt, RM Boom & JB Luten. 2003a. Quality of Crude Fish Oil Extracted from Herring byproducts of Varying States of Freshness. *Journal of Food Science* 68: 458- 465

Aidos, I, N Kreb, M Boonrr.an, JB Luten, RM Boom & A Vander Padt. 2003b. Influence of production process parameters on fish oil quality in a pilot plant. *Journal of Food Science* 68: 581-587

Akiyama, D.M., 1988. Soybean meal utilization by marine shrimp. Proceedings of AOCS World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Food and Animal Feedstuffs, Singapur, Octubre 2-7, 1988.

Akiyama, M. D. 1993. Futuras consideraciones para la industria alimentaria acuicola. Memorias del Primer Simposio Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos Para Acuicultura. Edited by Elizabeth Cruz Suárez, Denis Ricque Marie y Roberto Mendoza Alfaro. División de Nutrición Animal. Asociación Americana de Soya, Programa Maricultura Facultad de Ciencias Biológicas, Nuevo León, México. pp. 25-34.

Akiyama, D.M., Dominy, W.G., Lawrence, A.L., 1991. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. In: Fast, A.L., Lester, L.J. (Eds.), *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, The Netherlands, pp. 535–568.

Akiyama, D., Norman, L. W., Chwang., 1989. Shrimp Feed Requirements and Feed Management pp. 75-82. In: *Proceedings of the Southeast Asia shrimp farm management workshop*. American Soybean Association, 140p.

Aksnes, A. 1988 Location of enzymes responsible for autolysis In bulk-stored capelin (*Mallotus villosus*). *Journal of Science of Food and Agriculture*, 44: 263-271.

Alava, V. R. y C. Lim 1983. The quantitative dietary protein requirements of *Penaeus monodon* in a controlled environment. *Aquaculture* 30: 53-61.

- Andrews, J. W., L. V. Sick y G. J. Baptist 1972. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of Penaeid shrimp. *Aquaculture* 1: 341-347.
- Anglesea, J. D. & Jackson, A. J. 1985 Thiaminase activity in fish silage and moist fish feed. *Animal Feed Science and Technology*, 13: 39-46.
- A O A C. 2002. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist 16TH. Edition AOAC. Washington, DC 1018 pp
- Arason, S., Thoroddsson, G. y Vaidimarsson, G. 1990. The production of silage from waste and industrial fish: The icelandic experience international by-products conference Anchorage Alaska April. Pp 79-85.
- Aranyakananda, P. y Lawrence, A. 1999 Utilización de tierra de diatomeas lavadas en ácido como relleno no nutritivo para camarones peneidos. *Avances en Nutrición Acuicola* III. Edit.: Cruz, E., Ricque D., Mendoza, R. 267-276.
- Areche, Z. B. Berenz, Z. y León, G. 1993. Temas Especiales – Científico-Técnico. Curso internacional tecnología de procesamiento de productos pesqueros. Editorial JICA. Instituto tecnológico pesquero del Perú. Lima, Perú. Pp. 27
- Auró A. A., Fragoso C. Ocampo C. L. Sumano H. y David Osorio S. 2003. Evaluación del crecimiento de carpas (*Cyprinus carpio* var. *rubrofuscus*) y acociles (*Cambarellus montezumae*) en bicultivo, alimentados con ensilado de cerdaza empastillado, en un embalse artificial y en tanques de fibra de vidrio *Portal veterinaria* 2003. www.portalveterinaria.com.
- Balazs, G. H., E. Ross y C.C. Brooks 1973. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. *Aquaculture* 2: 369-377
- Balsinde Ruano Fraga Castro, Ileana y José Galindo López. 2003. Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para el camarón de cultivo (*Litopenaeus schmitti*). II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA (<http://www.civa2003.org>). 303-309.
- Barral, A.; Castañón, C.; Bergamaschi, N. Roth, R. 1989. Ensilados ácidos de pescado. *La Industria Cárnica* 17: 76. 43-47.

- Barros, C y M. Buenrostro, 1999. La alimentación prehispánica en la obra de Sahagún. *Arqueología Mexicana*, 6:38-45 pág
- Bassols. Batalla Ángel. 1979. Geografía, subdesarrollo y Regionalización. Ed. Nuestro tiempo, México.
- Batista, I. 1987 Fish silage: preparation and uses, pp. 227-248. In: *Nutrition in Marine Aquaculture* (A. Bruno, ed.). FAO/UNDP/ MEDRAP, Tunis, Tunisia.
- Batista, I. 1999. Recovery of proteins from fish waste products by alkaline extraction *Eur. Food Research Technology* 210(2), 84-89.
- Bautista M. 1986 The response of *Penaeus monodon* juveniles to varying protein/energy ration in test diets. *Aquaculture* 53: 229-242.
- Bautista, J. Jover M. Gutiérrez J. F. Corpas, R. Cremades, O., Fontiveros, E., Iglesias, F., Vega, J. 2001. Preparation of crayfish chitin by in situ lactic acid production. *Process Biochemistry* 37. 229-234.
- Bello, R. 1994. Experiencias con el Ensilado de Pescado en Venezuela. Tratamiento y utilización de los residuos de origen animal, pesquero y alimentario en la alimentación animal. Memorias del Taller Regional organizado por el Instituto de Investigaciones Porcinas y la FAO. 1994; Habana, Cuba. 1-13 pp.
- Bello R. A., Gutiérrez M., Ottati Y. y Martínez A. 1992. Estudio sobre la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana en Venezuela, FAO. Informe de pesca. 441.368 pág.
- Bengmark, S. 1996. Ecnutrition and health maintenance. A new concept to prevent GI inflammation, ulceration and sepsis. *Clinical Nutrition* 15:1-10.
- Bernal, R. C. E. 2010. Evaluación de las propiedades, físico-químicas, composición proximal y calidad microbiológica de ensilado biológicos, elaborados a partir de desechos de sierra del pacífico *Scomberomorus sierra* (Jordán Y Startks. 1895) provenientes de Mazatlán Sinaloa. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Mazatlán. 100 Pág.
- Berger, C. 2001. Aportes de la biotecnología a la alimentación y a la inmunestimulación de camarones. *Panorama acuicola* 6(2), 8-10.
- Berenz, Z. 1994. Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollo. En: Taller "Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros

desperdicios en la ganadería". FAO. La Habana, Cuba, del 5 al 8 de septiembre. En línea: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/APH134/cap2.htm>

Bertullo E. 1984 Use of aquatic animal products for silage production. *Revista Latinoamericana de Tecnología de Alimentos Pesqueros*, 1: 27-31

Bertullo, E. 1989. Desarrollo del ensilado de pescado en América latina. En: 2a Consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina, RLAC/2. Montevideo.

Bortone, E. 2007. Diseño de plantas de alimentos balanceados especializados para peces y crustáceos. *Feed tech solutions*. Artículo técnico Engormix 17 pág

Botello-León M. Teresa Viana. Enrique Téllez-Girón, Elmo Pullés-Ariza. Mario Cisneros-López, Gutberto Solano-Silveira, Manuel Valdiviè, Oscar Miranda-Miranda. Yoel Rodríguez-Valera, Magalis Cutiño-Espinoza, Lourdes Savón, Arnaldo Botello-Rodríguez. 2011. Sustitución de la harina de pescado por harina de caña proteinica para la engorda de tilapia roja. *Agrociencia* 45: 23-31.

Bueno, S. C., López, C. J., Campas, B. O. N., Lauterio, G. R., Adam, B. N. P. y Sánchez, M. D. I. 2009. Chemical and biological characteristics of protein hydrolysates from fermented shrimp by-products. *Food Chemistry*. 112: 671 – 675 pág.

Bueno-Solano. C. López-Cervantes, J. Campas-Baypoli, O.N. Lauterio-García, R. Adan-Bante, N.P y D.I. Sánchez-Machado. 2009. Chemical and biological characteristics of protein hydrolysates from fermented shrimp by-products. *Food Chemistry* 112: 671–675.

Bureau, D. P., Cho, C. Y. 1994. Ingredient quality: an essential factor in the formulation of cost-effective aquaculture diets. In: *Expanding Agriculture Co-product Uses in Aquaculture Feeds Workshop Proceedings*, pp. 234–258. Des Moines, IA.

Bylund, G. & Wiklund, T. 1987 Microbiological tests on fish silage for occurrence and survival of fish pathogens. *Soumen KalankasvattaJa* (Finland's Fish Breeder). May 1987.

Campabanal, C. y Celis, A. 1996. Factores que afectan a la calidad de los alimentos acuicolas. En: Cruz, S. L. E.; Ricque, D. y Mendoza, A. R. (Eds).

Memorias del tercer simposio internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura. 1996. Facultad de ciencias biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N. L. México. 523-540 pág.

Carvalho G. G.; Vieira P. A.; J. Mattos V. C.; Ferreira da Silva F.; Aparecida de Carvalho B. M. 2006. Silagem de residuo de peixes em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo Revista Brasileira de Zootecnia., v.35, No.1 126-130.

Castelán, M. E. 2003. Desarrollo de raciones alternativas para la cria de pacu en cautiverio. Consejo federal de inversiones. 19 pág

Caicedo M 1982. Aprovechamiento de los desechos del camarón en la elaboración de concentrados proteicos y derivados quitinosos [Tesis doctoral]. Universidad del Magdalena.

Castillo, F. L. 2006. Estado Actual de la Producción de Tilapia de cultivo en Latinoamérica. Panorama Acuicola.

Cifuentes-Lemus, J. L. y F. G. Cupul Magaña, 2002. Un vistazo a la historia de la pesca en México: Administración, legislación y esfuerzos para su investigación. *Ciencia Ergo. Sum* Vol. 9 No. 1 Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México: 112-118.

Cavalheiro Oliveira J.M., Souza Oliveira, Pushkar E. y Singh Bora. (2007). Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. *Bioresource Technology* 98: 602–606.

Cira, L. A., Huerta S., Hall, G. M., Shirai, K. 2002. Pilot scale lactic acid fermentation of shrimp wastes for chitin recovery. *Process Biochemistry* 37, 1359-1366.

Chazaro y Niembro, 2003. <http://acuicultura.cicese.mx>.

Civera, R., Goytortúa, E., Rocha, S., Nolasco, M., Vega, V. F., Balart, E., Armador, E., Ponce, G., Colado, G., Lucero, J., Rodriguez, C., Solano, J., Flores, T. A., Monroy, J. y Coral, G. 1998. Uso de la langostilla roja *Pleuroncodes planipes* en la nutrición de organismos acuáticos. IV Simposio Internacional de Nutrición Acuicola. 15-18 Noviembre. La Paz, B.C.S., México (Manuscritos de Conferencias): p 1-20

Colvin, L.B., y Brand, C.W. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. *Proceedings of the World Mariculture Society* 8, 821-840

Conapesca. 2007. Anuario estadístico de acuicultura y pesca México.

Conapesca. 2010. Anuario estadístico de acuicultura y pesca México.

Comité Estatal de Sanidad acuicola de Sinaloa (CESASIN). 2008. Informe parcial de la Junta Local de Sanidad Acuicola. marzo de 2008 CESASIN, México.

Copes, J., K. Pellicer, G del Hoyo y N Garcia Romero. 2006. Producción de ensilado de pescado en baja escala para uso de emprendimientos artesanales *Analecta Veterinaria* 26 (1) 5-8

Córdova, E.; Marmol, C., Miranda, L.; Navarrete, J.A.; Reyes, G. 1990. Ensilado biológico de pescado. Universidad central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de tecnología de alimentos. Curso regional sobre productos pesqueros. FAO/ Programa de cooperación gubernamental Caracas, Venezuela. 18 de junio - 13 de julio 1990. PROYECTO FAO/DANIDAGCP/INT/391/DEN. Pp. 11.

Coutteau, P., Kontara, E. K. M., Sorgeloos, P. 2000. Comparison of phosphatidylcholine purified from soybean and marine fish roe in the diet of postlarval *Penaeus vannamei* Boone. *Aquaculture* 181, 331-345.

Cousin, M., Cuzon, G., Blanchet, E., Ruelle, F., 1993. Protein requirements following an optimum dietary energy to protein ratio for *Penaeus vannamei* juveniles. In: Kaushik, S.J., Luquet, P. (Eds), *Fish nutrition in practice*, June 24-27, 1991. INRA, Paris, France, 599-É36.

Coutteau, P., Camara, M. R., Sorgeloos, P. 1996. The effect of different levels and sources of dietary phosphatidylcholine on the growth, survival, stress resistance, and fatty acid composition of postlarval *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 147, 261-273.

Creswell, R.L. (1993). *Aquaculture Desk Reference*. An Avi Book. Chapman and Hall. Thompson Publishing. 111 p.

Cruz-Suárez, L. E., Ricque, D., Martínez, J. A. 1993. Evaluación de dos subproductos de camarón en forma de-harina como fuente proteica en dietas

balanceadas para *Penaeus vannamei*. Memorias del I Simposio Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para Acuicultura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. p 243-269.

Cruz-Suárez, L., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M.; Guajardo-Barbosa, C. 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. En: Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. Mérida, del 19-22 Noviembre, Yucatán, 227-266 pp

Cruz-Suárez L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., McCallum, I. M., Hickling D. 2001. Assessment of differently processed feed pea (*Pisum sativum*) meals and canola meal (*Brassica* sp.) in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*). *Aquaculture*, 196: 87-104

Cruz-Suárez, L.E., Antimo-Pérez, J.S., Luna-Mendoza, N., Tapia-Salazar, M., Guajardo-Barbosa, C., Ricque-Marie, D., 2000b. Relaciones proteína/energía y proteína vegetal/animal óptimas en alimentos de engorda para *Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*. In: Cruz -Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R., (Eds.). Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.

Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Marin-Zaldivar, L. F., Guajardo-Barbosa, C., Nieto-López, M., Salinas-Miller, A. 2002. Historia y estatus actual de la digestibilidad y de algunas características fisicoquímicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.

Cuzon, G., Guillaume, J., 1997. Energy and protein: energy ratio. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), *Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture* 6, 51-70.

Dahiya, R. S. & Speck M. L. 1978. Hydrogen peroxide formation and its effect on *Staphylococcus aureus*. *Journal of Dairy Science*, 51: 1568-1572.

Dapkevicius, M. L. E., Batista I., Robert N. M. J., Rombouts F. M., Houben H. J. 1998. Lipid and protein changes during the ensilage of blue whiting (*Micromesistius poutassou* Risso) by acid and biological methods. *Food Chemistry*, Vol. 63, No. 1. 97-102 pág.

Dapkevicius, M. L. N. E., Nout, M. J. R., Rombouts, F. M., Houben, J. H., & Wymenga, W. 2000. Biogenic amine formation and degradation by potential fish silage starter microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 57 107-114

Davis D A and C.R. Arnold. 2000. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* Aquaculture 185 2000. 291-298

Deshmukh A.C., & Patterson, P H 1997. Preservation of hatchery waste by lactic acid fermentation. Laboratory-scale fermentation. *Poultry Sc.*, 76: 1212-1219

Devresse, B. 2000. Producción de alimentos para camarón estables en el agua pp 526-539 En: Civera, C. R., Pérez, E. C.J., Ricque, M. D. y Cruz, S., L.E. (Eds.) *Avances en Nutrición Acuicola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. Noviembre 15-18 pág., 1998. La Paz, B.C.S., México.

Dias, J., Alvarez, M.J., Diez, A., Arzel, J., Corraze, G., Bautista, J.M. & Kaushik, S.J. 2005 Dietary protein sources affects lipid metabolism in the European seabass (*Dicentrarchus labrax*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 142A, 19-31.

Disney, J.; Hoffman, A.; Olley, J.; Clucas, I.; Barranco, A. y Francis, B. 1978. Development of fish silage/carbohydrate animal feed for use in the tropics. *Tropical Science*. 20.2. Pp. 129.

Disney, J. G. & James, D. (eds). 1980 Fish silage production and its use. *FAO Fisheries Report No. 230*. FAO, Rome. 105pp.

El-Sayed, A. F. M. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis spp.* *Aquaculture*, 179: 149-168.

Ellouz Y., Bayouh, A., Kammoun S., Ghaesallah N., Nasri M. 2001. Production of protease by *Bacillus subtilis* grown on sardinelle heads and viscera flour. *Bioresource Technology*, 49-51 pág.

Espe, M. 1990 Ensilasje er godt son for, men kvalitetskriteriene ma vaere strenge. Norsk Fiskeoppdrett, 15(9):3 6-39.

Espe, M., Haaland, H., Njaa, L & Raa, J. 1992a. Growth of young rats on diets based on fish silage with different degrees on hydrolysis. Food Chemistry, 44: 195-200.

Fagbenro, O. 1994. Studies on the use of fermented fish silage in diets for juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and catfish (*Clarias ganepinus*). Thesis submitted for the degree of doctor of philosophy Institute of Aquaculture University of Stirling, Stirling, Scotland. 214 pag.

Fagbenro, O. 1994. Dried fermented fish silage in diets for *Oreochromis niloticus*. The Israeli Journal of Aquaculture- Bamidgeh. 46(3) 140-147 pag.

Fagbenro, O. 1996. Preparation, properties and preservation of lactic acid fermented shrimp heads. Food Research International, Vol. 29. No. 1. pp. 595-599.

Fagbenro, O.A. 2000. Validation of the essential amino acid requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linne 1758), assessed by the ideal protein concept. In: Fitzsimmons, K. and Filho, J.C. (eds.). Tilapia aquaculture in the 21st century. Proc. From the 5th Intl. Symp. on Tilapia in Aquaculture. Rio de Janeiro, Brasil, 3-7 September, 2000. pp. 154-156.

Fagbenro, O. y K. Jauncey. 1993a. Chemical and nutritional quality of raw, cooked and salted fish silages. Food Chemistry. 48:331-335.

Fagbenro, O. A. and Jauncey, K. 1993b. Chemical and nutritional quality of stored fermented fish (tilapia) silage. Biore. Technol. 46, 207-211.

Fagbenro, O. y K. Jauncey 1994. Chemical and nutritional quality of dried fermented fish silages and their nutritive value for tilapia (*Oreochromis niloticus*). Animal Feed Science and Technology 45:167-176.

Faid M.; Zouiten A.; El Marrakchi, A.; Achkari-Begdouri A.; 1997. Biotransformation of fish waste into a stable feed ingredient. Food Chemistry 60(1):13-18.

FAO 1994. Control de calidad de insumos y dietas acuicolas. I Curso Regional de Capacitación (Santiago de Chile, 20/9-8/10/1993) organizado por el Proyecto Aquila II y ejecutado por Fundación Chile. Programa

cooperativo gubernamental FAO-ITALIA proyecto aquila II documento de campo No16

FAO. 2000. Estadísticas de la producción acuícola: servicios de información, datos y estadísticas de pesca. FAO Roma. 293pp. www.semarnat.gob.mx/acuicultura.

FAO. 2003. animal feed resources information system. <http://www.fao.org>.

FAO. 2010a. Anuario 2008 Estadísticas de Pesca y Acuicultura. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia. 100 paginas

FAO. 2010b. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 2010. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Roma, Italia

FAO. 2010c. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. *La inseguridad alimentaria en crisis prolongadas*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 68 pags

FAO/WHO/UNU, 1985. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/ UNU Expert Consultation. World Health Organization Technical Report Series, 724. Available online at: <http://www.fao.org/DOCREP/003/AA040E/AA040E00.HTM>.

Fennema, O. R. 1996. Food chemistry. Third Edition. University of Winsconsin– Madison. Marcel Dekker Inc. Winsconsin, EUA. Pp: 321-331.

Ferraz de Arruda, L. 2004. Aproveitamento do residuo do beneficiamento para obtenção de silagem e óleo como subprodutos. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. Pp. 78.

Ferraz de Arruda, L.; Borghesi, R. y Manlia Oetterer. 2007. Use of fish waste as silage: a review. Brazilian Archives of Biology and Technology Braz Arch Biol.Technol Vol 50, no. 5, pp. 879-886.

Ferraz de Arruda y Marilia Oetterer. 2007. Agregación de valor al residuo de pescado. www.gov.br

Figueroa, V.; y Ly, J. 1990. Alimentación porcina no convencional GEPLACEA. PNUD. Serie Diversificación. C. de México. Serie Diversificación. Distrito Federal de México 215 pág.

Fondo de infraestructura Hidráulica de Sinaloa (FIHSIN), 2008. Proyecto Baluarte-Presidio. Gobierno del estado de Sinaloa. Presentación en power-point (43 diapositivas).

Foster, J.W. 1999. When protons attack. Microbial strategies of acid tolerance. *Current Opinion Microbiol.* 2:170-174

Forster, I.P., Dominy, W., Obaldo, L., Tacon, A.G., 2003. Rendered meat and bone meals as ingredients of diets for shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture* 219: 655–670.

Fox C. J., Blow P., Brown, J. H., Watson I. 1994. The effect of various processing methods on the physical and biochemical properties of shrimp head meals and their utilization by juvenile *Penaeus monodon* Fab. *Aquaculture*, 122(2-3):209-26.

Gana-Bake, G., Endo M., Akimoto A. y Takeuchi T. (2009). Evaluation of recycled food waste as a partial replacement of fishmeal in diets for the initial feeding of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fisheries Science*, 75:1275–1283.

García-Galano Tsai; Villareal-Colmenares H. y Jorge L. Fenucci. 2007. Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones peneidos. Subprograma ii "acuicultura" red temática ii c proyecto II-8. CYTED y Universidad Nacional del Mar del Plata.

García-Rodríguez, E. 1998. Utilización de la fauna acompañante del camarón en Cuba. Reducción del impacto de las pesquerías de arrastre del camarón tropical a través de la adopción de prácticas y técnicas protectoras del ambiente. Proyecto FAO: EP/int/724/GEF, 12 pags.

Gildberg, A., Espejo-Hermes J., & Orejana, F.M. 1984. Acceleration of autolysis during fish sauce fermentation by adding acid and reducing the salt content. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 35: 1363-1369.

Goncalves, A., Fernández, P. Viana J., De Souza, E. De Souza, R. 2010. Use of shrimp protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) feeds. *Aquacult*, 18:635-646.

Goncalves, J. F.; Santos, S.; Sousa, V.P.; Batista, I. y Coimbra, J. 1989. The use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutrition. *Aquaculture*. 80: 135-146.

Gonçalves, E.M.M. Viegas. 2007. Produção, caracterização e avaliação biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia-do-nylo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.59, n.4, p.1021-1028.

Goddard, J.S. J.S.M. Perret. 2005. Co-drying fish silage for use in aquafeeds. *Animal Feed Science and Technology* 118:337-342.

Goncalves, J. F.; Santos, S.; Sousa, V.P.; Batista, I. y Coimbra, J. 1989. The use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutrition. *Aquaculture*. 80: 135-146.

Goncalves-Leal A. L. Fernández de Castro P.A., Viana de Lima J. P. Eudes de Souza Correia, Ranilson de Souza Bezerra. 2010. Use of shrimp protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) feeds. *Aquaculture International* 18:635-646.

Gong, Hui; Jian, Dong Huo; Lawrence, A. L. Gonzalez-Felix, M. y M. Pérez-Velázquez. 2004. nuevos avances en el estudio de fosfolípidos nutrimentales para camarón. En Cruz Suárez, L. E. Ricque Marie, D., Nieto López, M.G., Villareal, D., Scholz, U. y González, M. Avances en nutrición Acuicola VII. Memorias del VII Simposio Internacional de Nutrición Acuicola. 16-19. Noviembre, 2004. Hermosillo, Sonora México. p 243-269.

González D., Córdova J., Indorf F. y Buitrago E. 2007. Estudios preliminares en la formulación de dietas para camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) utilizando ensilado de pescado. *Revista científica, FCV-LUZ*, 17(2). 166-172 pp.

González, D. y Marin M. 2005. Obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. *Revista científica*, 15(6). 560-567 pp.

González-Félix, M. L., Pérez-Velázquez, M., 2002. Current status of lipid nutrition of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. In: Cruz-Suárez, L.

E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.

Guillaume, J. y Ceccaldi. 1999. Physiologie et alimentation des poissons et crustacés. 297-312. En Guillaume, J., S. Kaushik, P. Bergot y R. Métailler (Eds.) Nutrition et alimentantation des poissons Crustacés. Ifremer, Paris, Francia. 489 p

Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P. y Métailler, R. 2004. Nutrición y Alimentación de peces y crustáceos. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Haaland, H & Njaa, L. R. 1989 Total volatile nitrogen-a quality criterion for fish silage? Aquaculture, 79.311-316

Hall, G. M. and De Silva, S. 1994. Shrimp waste ensilation. Infofish Int. 2/94, 27- 30 págs.

Hall, G. M. y Ledward, D. A. 1986. Silage from tropical fish 3. Lipid behaviour. J. Food Technology 21:45-54.

Hardy, R.W. 1999. Alternate protein sources. Feed Management. 50: 25-28.

Hardy R.W. 2006. Worldwide fish meal production outlook and the use of alternative proteins meals for aquaculture. 410-419. En L: Elizabeth Cruz-Suárez, Denis Rique- Marie, Mireya Tapia_ Salazar, martha G. Nieto López, David A. Villarreal-Cavazos, Ana C. Puello-Cruz, y Armando Garcia-Ortega (Eds.). Avances en Nutrición Acuicola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 15-17 de Noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.

Hardy, R. W., Shearer, D. Stone, F. E. & Wieg, D. H. 1983. Fishes ilage in aquaculture diets. Journal of the World Mariculture Society, 14: 695-703.

Hardy, R. W. Shearer, D. & Spinelli. 1984. The nutritional properties of co-dried fish silage In rainbow trout (*Salmo gairdneri*) dry diets. Aquaculture, 38: 35-44.

Hassan, T E & J. L. Heath. 1987. Chemical and Nutritive Characteristics of Fish Silage Produced by Biological Fermentation. Biological Wastes 20 187-201.

Hernández Pablo E. Rodríguez Juan M., Cintas Luis M, Wagner L. Moreira, 1993. Utilización de bacterias lácticas en el control de microorganismos patógenos de los alimentos en Microbiología Sociedad española de microbiología. Número extraordinario V 9: 37-48.

Hernández. C., Olvera, N. M., Aguilar, V. K., González. R. B. y Abdo de P. I. 2008. Partial replacement of fish meal by porcine meat meal in practical diets for Pacific White shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 227: 244-250.

Hernández. C., Olvera, N. M. A., Hardy, R. W., Hermosillo, A., Reyes, C. y González, B. 2010. Complete replacement of fish meal by porcine and poultry by-product meals in practical diets for fingerling Nile tilapia *Oreochromis niloticus* digestibility and growth performance *Aquaculture Nutrition* 16. 44-53 pág

Hernández C. Miguel A. Olvera-Novoa. David M. Smith Ronald W. Hardy y Blanca González-Rodríguez. 2011 Enhancement of shrimp *Litopenaeus vannamei* diets based on terrestrial protein sources via the inclusion of tuna by-product protein hydrolysates *Aquaculture* 317: 117–123.

Herrera, E & J Zambrano. 2005. Efecto de la inclusión de lípidos con diferentes grados de oxidación sobre los parámetros productivos de *Oreochromis niloticus* variedad chítralada. Trabajo de grado (Zootecnia). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 32 p

Hertrampf, J.W. y Pascual, F.P. 2000. Vegetable Oil Meals 46: 483-493 Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Klower Academic Publishers.

Holland, K.H. y R.J. Borski. 1993. A palatability bioassay for determining ingestive stimuli in the marine shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*. 109:153-164 pág.

Huss, H. 1998. El pescado fresco: Su calidad y cambio en su calidad.FAO. Fisheries Technical. Rome. Italia. Paper No. 348 Pp. 202.

Instituto Nacional de Geografía e Informática.www.inegi.gob.mx

Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana (IERAL) 2011. Una Argentina Competitiva. Productiva y Federal Cadena de la Soja y sus Productos Derivados. Buenos Aires, Argentina. Documento electrónico.

Instituto Nacional de la Pesca (INP). 2001. La pesquería de Sierra del Pacífico. Instituto Nacional de la Pesca Pp. 259-274.

Instituto Sinaloense de Acuicultura 2006. Atlas acuícola. Directorio y ubicación de granjas Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Sinaloa, México

James, M. A., Iyer, K. M. & Nair, M. R. 1977. Comparative study of fish ensilage prepared by microbial fermentation and formic acid silage. pp. 273-275. In Handling, processing and marketing of tropical fish. Tropical Products Institute. London.

Jayawardena, K. M., Villadsena, G., Gunawardena, A. G. & Poulter, J. 1980. Studies on the preparation of fish silage. I. Effect of quality of raw material and type of acid. Bulletin of the Fisheries Research Station, Sri Lanka, 30: 17-23.

Jensen, J. & Schmidtsdorff, W. 1977. Fish silage, low fat and soluble fish protein production. pp. 23-26. In: Symposium on the production of fish meal. International Association of Fish Meal Manufacturers. Hertford, UK.

Jonsson, S., Clausen, E. & Raa, J. (1983) Amino acid degradation by a *Lactobacillus plantarum* strain from fish. Systematic Applied Microbiology, 4: 148-154.

Jory, D. E. 2001. Manejo integral del alimento de camarón de estanques de producción camaroneros y principios de bioseguridad. Curso lance en acuicultura. Monterrey Nuevo Leon. 76 p.

Kause, A., Quinton, C., Ruohonen, K., y Koskela, J. 2008. Selection potential for feed efficiency in farmed salmonids. Genetic y biodiversity. 20-21 pág.

Keceli, T. & LH Gordon. 2002. Ferric Ions Reduce the Antioxidant Activity of the Phenolic Fraction of Virgin Olive Oil. Journal of Food Science. 67: 943-947.

Kompiang, I. P. 1981. Fish silage: its prospect and future in Indonesia. Indonesia Agricultura Research and Development Journal 3, 9-12

Krom, Michael D. 1980 Spectrophotometric Determination of Ammonia: A Study of a Modified Berthelot Reduction Using Salicylate and Dichloroisocyanurate. The Analyst. V105, pp. 305-316.

Kunrankit, P., Tacon, A. C., Corre, K., Pudadera, B.P., Taleon, G., Borlongan, E.; And Potestas, L.O. 1986. Aceites as prime food for *Penaeus monodon* larvae. In: J. L. Maclean, L.B. Dixon and L.V. Hosillos (Eds.). The First Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society. Manila, Philippine 551-584.

Lall, S. P. 1991 Nutritional value of fish silage in salmonid diets. pp. 63-74, In: Fish Silage workshop. Bulletin of the Aquaculture Association of Canada. No. 91-1 (R. G. Ackman & J. O'Dor, eds.). Aquaculture Association of Canada.

Landines-Parra, M.A. y J.A. Zambrano-Navarrete. 2009. La oxidación lipídica en la cadena de producción acuícola. Revista de Investigación Agraria y Ambiental (1). 13-22

Lankford, R. R. 1977. Coastal lagoons of Mexico. Their origin and classification. In M. Wiley. Estuarine processes, pp. 182-215, Academic Press, Inc., New York.

Lassen, T. M. 1994 Lactic acid fermentation of fish offal and chicken by – products with different started cultures. Finland. Agriculture Science 4. 11-17.

Lawley, R., Curtis, L., y Davis, J. 2008. The food safety hazard guidebook. Published by the royal society of chemistry. United Kingdom. Páginas: 283-287.

León-Alamo, F.J. 2003. Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo y el efecto de la suplementación con residuos fermentados de pescadería. MS Tesis. Universidad de Puerto Rico. RUM. 63pp.

Lessi, E., Ximenes C. A. R., Lupin, H. M. 1992. Obtención de ensilado biológico de pescado. En: 2ª Consulta de Expertos sobre Tecnología de productos pesqueros en América Latina. Montevideo (Uruguay), 11-15 de Diciembre de 1989. Informe de pesca 441. Supl. Roma. FAO. Pp. 368.

Levin, R. E., Witkowski R., Meirong, Y & Goldhor, S. 1989 Preparation of fish silage with phosphoric acid and potassium sorbate. Journal of Food Biochemistry, 12: 253-259.

Lewis-McCrea, L & S Lall. 2007. Effects of moderately oxidized dietary lipid and the role of vitamin E on the development of skeletal abnormalities in

juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture* 262: 142-155.

Liener, I.E. 1994. Implications of Antinutritional Components in Soybean Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 34:31-67

Lim, C., 1996. Substitution of cottonseed meal for marine animal protein in diets for *Penaeus* *lanna*. *J. World Aquacult. Soc.* 27, 402-409.

Lim, C., Klesius, P.H. y Dominy, W. 1998. Soybean products. *Internacional Aqua Feeds*, 3: 17-23.

Lim, C., Persyn, A. 1989. Practical feeding—penaeid shrimps. In Lovell T (Ed.). *Nutrition and Feeding of Fish*. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 205-222.

Lim C., Yildirim Aksoy, Welker, T., y H. Klesius. P. 2010. Growth performance, immune response and resistance to *Streptococcus iniae* of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*, fed diets containing various levels of vitamins C and E. *Journal of the world aquaculture society*. Vol 41. No 1

Lindgrens, E. & Clevström, M. 1978. Antibacterial activity of lactic acid bacteria. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 8: 61-73.

Lindgren, S.; Pleje, M. 1983. Silage fermentation of fish and fish waste products with lactic acid bacteria. *Journal of Science of Food and Agriculture* 34: 1057-1067 pág

López-Cervantes, J., Sánchez-Machado, D. I., Rosas-Rodríguez, J. A. 2006. Analysis of free amino acid in fermented shrimp waste by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 1105, 106- 110.

López V., Luis, Romero R. José y Fernando Ureta V. 2002. Acción germicida in vitro de productos desinfectantes de uso en la industria de alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* Vol. 52 No 1: 74-76.

Llanes, J. E.; Toledo, S.J.; Rodríguez, R. y Lazo, J.M.V. 2001: Utilización del desecho de pescado en la alimentación de pez gato africano *Clarias gariepinus*. ACUACUBA. Centro de Preparación Acuicola Mampostón. Ministerio de La Industria Pesquera. La Habana, Cuba. 3 (1): 26-31.

Llanes I., Toledo, P., J. y Lazo de la Vega, J., M. 2006. Producción de alimento húmedo a partir de ensilado de pescado para la alimentación de

Tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Aquatic*, 25, 16-21 pág.

Llanes, I. y Toledo, P. J. 2006. Evaluación de los desechos de pescado y ensilados como única fuente de proteína animal en la alimentación de híbridos de clarias (*Clarias gariepinus* x *C. macrocephalus*). *Aquatic* 25, 22-27 pág

Llanes I., J., Toledo, P. J. y Lazo de la vega, J., M. 2007. Tecnología de producción de alimento semi-húmedo a base de ensilados de residuos pesqueros en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Redvet* 8(9): 1-6 p

Llanes, José E.; Toledo, José, Lazo de la Vega, José. 2010. Sistema HACCP para el aseguramiento de la calidad del ensilaje de residuos pesqueros. *Redvet* 11(3C): 1-10 p

Mackie, P. 1971 *The biochemistry of silage*. John Wiley & Sons, New York.

Machin, D.H. 2001. El uso potencial del ensilaje para la producción animal en la zona tropical, especialmente como una opción para los pequeños campesinos. En *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos*. Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos 1 septiembre a 15 diciembre 1999 Estudio FAO producción y protección vegetal 161.

Martínez Palacios, C., Chávez, M.C. Olvera-Novoa, M.A., Abdo de la Parra, M.I. 1996 Fuentes alternativas de proteínas vegetales como sustitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. *Avances en Nutrición Acuicola* III pp 279-361.

McCoy II, D. H. 1990. Fishmeal-The critical ingredient in aquaculture feeds. *Aquaculture Magazine*, 16, (2): 43-50.

McDonald, P., Henderson, A.R., & Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications.

Mead, J. F., Alfin-Slater, R. B., Howton, D. R., Popják, G. 1986. *Lipids: Chemistry, Biochemistry and Nutrition*. Plenum Press, New York, NY, 486 pp.

Mendoza, R., J. Montemayor y C. Aguilera. 1996. Quimioatracción en crustáceos: papel de moléculas homólogas. 1-35. En: Cruz Suarez, L. E., D

Ricque Marie y R. Mendoza. (Eds) Memoria del 3er Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 11-13 noviembre. Monterrey, N. L. 458 p.

Merry, R. J., Lowes, K.F., & Winters, A. 1997. Current and future approaches to biocontrol in silage p. 17-27. in: Jambor *et al.*, 1997, q.v.

Molina-Poveda, C. y M. E. Morales. 2004. Use of a mixture of barley-based fermented grains and wheat gluten as an alternative protein source in practical diets for *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*, 35, 1158-1165.

Morales-Zepeda, 2007. El impacto de la biotecnología en la formación de redes institucionales en el sector hortofrutícola de Sinaloa, México. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. España.

Moreno, A. M., Hernández, J. G., Rovero, R., Tablante, A. y Rangel L. 2000. Alimentación de tilapia con raciones parciales de cáscaras de naranja. *Ciencia y tecnología alimentaria*, 3(1), 29-33 pág.

Muñoz, O. 2004. Comparación entre extruido y peletizado en alimentos de camarones. *Avances de Nutrición Acuicola. VII Memorias del VII Simposio Internacional de Nutrición Acuicola*. Hermosillo, Sonora, México, 397-417 pág.

Naylor, R.L., Goldberg, R.J., Primavera, J.H., Kausky, N., Beveridge, M.C.M., Clay, J., Folke, C., Lubchenco, J., Money H, Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405, 1017-1024.

New M.B. 2003. Responsible aquaculture is this a special challenge for developing countries?. *World Aquaculture* 34 (3), 26.

Nielsen H., Weck, D.D., Flnot, P. A., Liardon, R. & Hurrellr, F. 1985. Stability of tryptophan during food processing and storage. I. Comparative losses of tryptophan, lysine and methionine in different model systems. *British Journal of Nutrition*, 53, 281-292.

Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994.- Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. *Diario Oficial*. México. 12 de diciembre de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994.- Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Diario Oficial. México. 16 de octubre de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994.- Bienes y Servicios. Método para la cuenta de Hongos y Levaduras en alimentos. Diario Oficial. México. 13 de septiembre de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA2-1994.- Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Diario Oficial. México. 25 de agosto de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994.- Bienes y Servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos. Diario Oficial. México. 22 de septiembre de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994.- Bienes y Servicios. Quesos: frescos, madurados y procesados. Especificaciones sanitarias. Diario Oficial. México. 23 de febrero de 1996.

NRC (National Research Council). 1983 Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. National Academy Press, Washington, D. C. 102pp.

Nunes-Costa. C. Portz, L. Hisano, H.; Druzian, J. I. y Carlos Alberto da Silva Ledo. 2009. Silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* em rações para tilápia do Nilo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* Maringá, v. 31, n. 2, p. 161-167.

Nwanna, L.C. 2003. Nutritional Value and Digestibility of Fermented Shrimp Head Waste Meal by African Catfish *Clarias gariepinus*. *Pakistan Journal of Nutrition* 2(6), 339-345.

Nwanna L.C., Balogun A.M., Ajenifuja Y.F y V. N. Enujiugha. 2004. Replacement of fish meal with chemically preserved shrimp head in the diets of African catfish, *Clarias gariepinus* Food, Agriculture & Environment Vol.2 (1): 79-83.

Nwanna, L. C., Daramola, J. A. 2000. Harnessing of Shrimp Head Waste in Nigeria for Low Cost Production of Tilapia, *Oreochromis Niloticus* (L). Department of Fisheries and Wildlife, Federal University of Technology P M B 704 Akure, NIGERIA.

- Ockerman, H. W. 1992 Fishery by-products. pp. 155-192. In: Fish processing technology (G. M. Hail, ed.). Blackie Academic, London.
- Ogunji, J.O. y M. Wirth. 2001. Alternative protein sources as substitutes for fishmeal in the diet of Young Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn) J. Aqua-Bamidgeh, 53(1):34-43.
- Ogunji J, Toor RUAS, Schulz C et al (2008) Growth performance, nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed housefly maggot meal (magma) diets. Turk J Fish Aquat Sci 8:141-147
- Olvera N., M. A.; Martínez P., C. A.; Real de León, E. 1993. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos FAO. México. Reporte No: FAO-FI--GCP/RLA/102/ITA Pp 110.
- Oliveira, C. J. M., Oliveira, S. E. y Singh, B. P. 2007 Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. Bioresource Technology 98. 602-606 Pág
- Osama M. El-Husseiny, Galal M. Abdul-Aziz, Ashraf M. A., Goda S., Ashraf Suloma. 2010. Effect of altering linoleic acid and linolenic acid dietary levels and ratios on the performance and tissue fatty acid profiles of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fry. Aquacult Int. 15 pág.
- Ostling, C.E., Lingren, S.E. 1993. Inhibition of enterobacteria and *Listeria* growth by lactic, acetic and formic acids. Journal of Applied Bacteriology, Vol.75, No.1 :18-24
- Ottati, M., Gutiérrez, M., Bello, R. 1990 Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. Arch. Latinoamer. Nutr. 40(3):408-425 pág.
- Ovissipour, R. S. Abedian, A. M. Motamedzadegan A., Rasco B., Safari, R y H. Shahiri. 2006 The effect of enzymatic hydrolysis on amino acids composition of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) viscera protein hydrolysate. 18th National congress on food technology. Mashhad Iran 15 a 16 octubre 2006.
- Padilla, P., P. 1995. Influencia do ensilado biológico de peixe e do peixe cozido no crescimento e composição corporal de alevinos de Tambaqui, *Colossoma macropomum*. Tese de maestrado. INPA/FUA. Pp. 76.

Padilla, P P 1996 Técnica del ensilado Biológico de residuos de pescado para ración animal. Folia Amazónica 2 (8): 10.

Palomo, G.M., y R.B. Arriaga. 1993. Atlas de ubicación de productos agropecuarios utilizables en La planificación y desarrollo de la acuicultura en México. Apoyo a las actividades regionales de acuicultura en América Latina y el Caribe. Secretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura, Pachuca, p. 20.

Pan B. S, James D. 1985. Histamine in marine products: production by bacteria, measurement and prediction of formation. FAO Fisheries Technical Paper 252-FIU/T252.

Parin, M., Zugarramurdi, A. 1994. Aspectos económicos del procesamiento y uso de los ensilados de pescado. En Taller "Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería". FAO. La Habana, Cuba, del 5 al 8 de septiembre. En línea: <http://www.fao.org/ag/aqa/agap/frq/APH134/cap4.htm>

Partanen, R. P Hakala, O Sjövall, H Kallio & P Forssell. 2005. Effect of relative humidity on the oxidative stability of microencapsulated Sea Buckthorn Seed Oil, Journal of Food Science 70: E37-E43.

Pedersen O. 1987 Fishs ilage and quality, product specifications and quality standard. and II, Norsk Fiskeoppdrett, 12(2): 74-76

Pérez, Z. A., Arredondo, F. J. L., Shirai, M. y Ponce, P. J. T. 2004. Efecto de la sustitución de la harina de pescado, por harina de soya e hidrolizado de cabeza de camarón, en dietas balanceadas en juveniles de langosta de quejas rojas, *Cherax quadricarinatus* (Crustacea:Parastacidae). Tesis de maestría en biología de la Universidad autónoma metropolitana unidad Iztapalapa. 135 pág.

Pérez, A.; J. Castillo D. 2001. Perfil metodológico para el cultivo de Tilapia en estanques de tierra y jaulas flotantes. PRADEPESCA. Unión Europea-OSPESCA.

Piard, J. C. and Desmazeaud, M. 1991. Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. 1 Oxygen metabolites and end products from catabolism. Lait 71, 525-541.

Piard, J. C. and Desmazeaud, M. 1992. Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. 2. Bacteriocins and other antibacterial substances. *Lait* 72, 113-142.

Pike I.H., Barlow S.M. 2003. Impact of fish farming on fish stocks International Aquafeed Directory 2003. 24-29.

Pike, I.H. y Hardy, R.W. 1997. Standards for Assessing Quality of Feed Ingredients. En: D'Abraham, L.R. Conklin, D.E. y Akiyama, D.M. (Eds.) *Crustacean Nutrition* 6:473-492.

Plascencia, J.M., Olvera-Novoa, M.A., Arredondo-Figueroa, J.L., May, G.M. and Keiko Shirai. 2002. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82: 1-7

Potterd, P., Tattersoni, N. & Wignall, J. 1978. Fish by-products: fish meal and fish silage. *Process Biochemistry*, 13: 22-25

Poulter, R. G., Jayawardena, K. M., Ganegoda, P. & Ranaweera, K. N. P. 1980. Studies on fish silage in Sri Lanka: a summary. pp. 64-68. In: *Fish silage production and its use* (J. G. Disney & D. James, eds.). FAO Fisheries Report No. 230. FAO, Rome.

Price, R. J. & Lee, J. S. 1970. Inhibition of *Pseudomonas* spp. by H202 producing lactobacilli. *Journal of Milk and Food Technology*, 33: 13-17.

Raa, J., Gilberg, A. 1982. Fish silage. A Review. *CRC. Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 16 (4): 383-419.

Raa, J., Gilberg, A. & Strom, T. 1983. Silage production- theory and practice, pp. 117-132. In: *Upgrading wastes for feeds and food* (D. A. Ledward, A. J. Taylor & R. A. Lawrie, eds.). Butterworths, London.

Ramirez-Ramirez, J. C., Huerta, S., Arias, L., Prado, A. y Shirai, K. 2008. Aprovechamiento de fauna de acompañamiento del camarón y desperdicios de fileteados de pescado para la producción de hidrolizados proteicos y evaluación del grado de hidrólisis y digestibilidad in vitro. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol.7, No. 3, 1-10 pág.

Ricque-Marie, D., Abdo-de La Parra, Ma-I, Cruz-Suarez, L-E., Cuzon, G., Cousin, M., Pike, I. H. 1998. Raw material freshness, a quality criterion for

fish meal fed to shrimp *Aquaculture*, 165, 1, 95-109. En Ricque-Marie, D., Cruz-Suárez, L. E., Camarena-Conchas M. y A. L. Melo del Ángel. Uso de Coextruidos de Subproductos de Camarón en Dietas para Camarón. *Avances de Nutrición Acuicola. IV Memorias del IV Simposio Internacional de Nutrición Acuicola*. La Paz B C. México.

Ristic, M.D.; Filipovic, S.S.; Sakac, M.L.J. 2002 Liquid protein feedstuffs from freshwater fish byproducts as a component of animal feed. *Romanian Biotechnological Letters*, 7: 729-736.

Roa, P. D. 1965 Ensilage of fish by microbial fermentation. *Fish News International*, 4: 283-286.

Rodríguez – Palenzuela, P. 2000. XVI Curso de Especialización FEDNA: Avances en nutrición animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Eds.: P.G. Rebollar, C. de Blas y G.G. Mateos. Fira de Barcelona, España Pp. 155-167.

Rodríguez, S., M., Olvera, N. M. A., y Carmona, O. C. 1996. Nutritional value of animal by-product meal in practical diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, 27:67-73.

Romero-Álvarez, M. R. 1995. Efecto de la temperatura, salinidad y tiempo de inmersión sobre la estabilidad de tres alimentos peletizados para camarón. Graduate tesis, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 59 p.

Rosenberry, B. 2004. World shrimp farming 2004. An anual report. En: Ronserberry, B. (Ed.) *Shrimp News International*, EUA, 276 pp.

Rustad, T. 2003. Utilisation of marine by-products *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem*, 2 (4):458-463.

Rzedowski, J., *La vegetación de México*, Limusa, México, 1978

Sagarpa 2007a. Anuario estadístico de acuacultura y pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México.

SAGARPA. 2007b. Programa Nacional Pecuario 2007-2012. Sagarpa México.

SAGARPA. 2010. Anuario estadístico de acuacultura y pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México.

- Sánchez, M. D. I., López, C. J. y Martínez, C. O. 2008. Quantification of Organic Acids in Fermented Shrimp Waste by HPLC. *Food Technol Biotechnol* 46 (4). 456–460 pág. Santiago, C.B. & Lovell, R.T. (1988) Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. *Journal of Nutrition*, 118, 1540–1546.
- Scrimgeour, C. 2005. *Chemistry of Fatty Acids*. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Edited by Fereidoon Shahidi. 43 p.
- Shahidi, F. 1994. Proteins from seafood processing discards. In Z. E. Sikorski, B. S. Pan, & F. Shahidi (Eds.), *Seafoods proteins* (pp. 171–193). New York, NY: Chapman and Hall
- Shang, Y. C. 1981 *Aquaculture economics, basic concepts and methods of analysis*. Westview Press, Colorado, USA. 153pp
- Shiau, S., Kwor, C., Hwang, J., Chen, C. y Lee, S. 1989 Replacement of fishmeal with soya bean meal in male tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) fingerling diets at a suboptimal protein level. *Journal world Aquaculture Soc.*, 20. 230-235 pág.
- Shirai K, Huerta S, Saucedo G, Rodriguez G, Hall, G. 1997. Aspects in protein breakdown during the lactic acid fermentation. *Adv Chitin Sci.*; 2: 56-63.
- Simpson B, Haard N. 1985. The use of proteolytic enzymes to extract carotenoproteins from shrimp wastes. *J Appl Biochem.* 7: 212-222.
- Smail, D. A., Huntly, P. J. & Munro, A. L. S. 1990. Fate of four fish pathogens after exposure to an ensiling mixture containing fish farm mortalities. *International Council for the Exploitation of the Sea (ICES) Mariculture Committee Paper CM 1990/F: 50.7pp.*
- Smith, D. M., Allan, G.L., Williams, K. C. y Barlow, C. 2000. Fishmeal replacement research for shrimp feed in Australia. In: Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia Salazar, M., Olvera- Novoa, M.A y Civera Cerecedo, R., (Eds.) *Avances en nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. 19-22 Noviembre 2000, Mérida, Yucatán, México.

- Soltan M. A. and A. A. Tharwat 2006. Use of fish silage for partial or complete replacement of fish meal in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) Egypt J. Nutr. feeds. 9 (2):299-314.
- Stanton, W. R. & Yeoh, Q. L. 1977 The bacteriology of fresh and spoiling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. pp. 3-16. In: Handling, processing and marketing of tropical fish. Tropical Products Institute, London
- Stecher, G. B., Windholz, M., Leahy, S., Bolton, D., Eaton, L. 1968. Merck Index. 8th edn Merck & Co., Rahway, NJ USA. 604 pág
- Stefanie J.W.H. Oude Eiferink, Frank Driehuis, Jan C. Gottschal y Sierk F. Spoelstra. 2001. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. En Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos 1 septiembre a 15 diciembre 1999 Estudio FAO producción y protección vegetal 161.
- Stone F. E., Hardy, R. W. & Spinelli J. 1984 Autolysis of phytic acid and protein in canola meal (*Brassica* spp.), wheat bran (*Triticum* spp.) and fish silage blends. Journal of Science of Food and Agriculture, 35: 513-519.
- Strom, T., Gildberg, A., Stormo, B. & Raa, J. 1980. Fish silage: why not use propionic acid? pp. 352-355. In: Advances in Fish Science and Technology, Jubilee Conference of the Tory Research Station, Aberdeen, Scotland (J. J. Connell, ed.) Fishing News Books Ltd., Surrey, England.
- Subasinghe S. 2003. El camarón: un candidato ideal para el valor agregado. Boletín Nicovita.: 8(1): 1-2.
- Subdelegación de Pesca en Mazatlán, 2007. Documento interno de la Dirección de acuicultura de la Subdelegación de Pesca del estado de Sinaloa.
- Tacon A G J. 1995. The potential for Fishmeal 1|substitution in aquafeeds. Infofish International 3/95, 29-34.
- Tacon, A.G.J. y Akiyama, D. M. 1997. Feed Ingredients. En: D'Abrahamo, L.R., Conklin, D.E. y Akiyama, D.M. (Eds.) Crustacean Nutrition. 6: 411-471. World Aquaculture Society

Tacon A.G.J., Forster, I.P. 2000. Global trends and challenges to aquaculture and aquafeed development in the new millennium. *International Aquafeed Directory and Buyers' Guide 2001*, 4-25.

Tacon, A.G.J., Haaster, J.V., Featherstone, P.B., Kett, K. y Jackson, A.J., 1983. Studies on the utilization of full-fat soybean and solvent extracted soybean meal in a complete diet for rainbow trout. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 49: 1437-1443

Tacon, A. G. J. & Jackson, A. J. 1985 Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical feeds. pp. 119-145. In: *Nutrition and Feeding of Fish* (C. B. Cowey, A. M. Mackie & J. G. Bell, eds). Academic Press, London

Thadhani, Vinita, M; Jansz, E. R; y Peiris, Hemantha 2002. Destruction of histamine by cooking ingredients – An artifact analysis. *J. Natn. Sci. Foundation Sri Lanka* 29:129-135.

Toledo-Pérez, J. y José Llanes-Iglesias, J. 2007 Estudio comparativo de los desechos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. *R7EDVET*; 2007, Vol. VIII Nº 9, 1-7.

Tramer, J. 1966 Inhibiting effect of *Lactobacillus acidophilus*. *Nature*, 211: 204-205.

Urban E.R. & Pruderg, D. 1991 A method of economic comparisons for aquaculture diet development. *Aquaculture*, 99:127-142

Van Veen, A. G. & Steinkraus, H. 1970 Nutritive value and wholesomeness of fermented foods. *Food Chemistry*, 18: 576-578.

Van Wyk, H. J. y Heydenrych, C. M. S. 1985. The production of naturally fermented fish silage using various lactobacilli and different carbohydrate sources. *Journal of Science Food Agriculture* 36, 1093-1103 pág.

Viana, M.T., Nava, C. and Solana-Iglesias, R., 1993. Acid fish silages. Effect of preheating and addition of phosphoric and citric acids on the biochemical quality. *Ciencias Mar.*, 19(4): 415-433.

Vidotti, R. M., Carneiro, D. and Macedo-Viegas, E. 2002. Acid and fermented silage characterization and determination of apparent digestibility coefficient

of crude protein for pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 33(1), 57-62.

Vidotti, R. M., D.J. Carneiro, E. M. Macedo- Viegas. 2003. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal Feed Science and Technology* 105. 199-204.

Vilches, R. 1980. Pesca Prehispánica. BANPESCA. México.

Villarroel, M., Tupac-yupanqui, I., Nicodemus, N., Rico, M., Cañon, J., Menoyo, D., Alvaríño, M., Dunner, S. 2005. Expresión diferencial de genes en tilapia *Oreochromis niloticus* (L., 1758) bajo estrés alimentario. *Instituto español de oceanografía*, 21 (1-4), 261-270 pág.

Weinberg, Z.G. & Muck, R.E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.*, 19: 53-68.

Wignall, J. y Tatterson, I. 1977. Fish silage. *Process Biochemistry*, January/February. Vol. 11:17-22.

Wilson, R. P. 1989 Protein and amino acid requirements of fishes. pp. 51-76, In: *Progress in Fish Nutrition* (S. Y. Shiau, ed). *Marine Food Science Series* No. 9. National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan.

Windsor, M. y Barlow, S. 1984. *Introducción a los subproductos de pesquería*. Ed. ACRIBIA. España.

Wooley, R.E., Gilbert, T.P., Whitehead, W.K., Shotts, E.B., jr., & Dobbins, C.N. 1981. Survival of viruses in fermented edible waste materials. *Am. J. Vet. Res.*, 42: 87-90.

Woolford, M.K. 1975. Microbiological screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential silage additives. *J. Sci. Food Agr.*, 26: 229-237.

Woyewoda, A. D. Shaw, S. J., Ke, P. J., y B. G. Burns. 1986. *Recom laboratory methods for assessment of fish quality*. *Can Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci* N° 1448, Fisheries and Oceans, Canada. Pp. 361.

Ximenes - Carneiro, A. R. 1991. *Elaboração e uso de ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui, Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). Manaus (Brasil): Instituto Nacional de Pesquisas da

Amazônia/Fundação Universida de Amazonas Dissertação de Mestrado. Pp. 81.

Xiqin H. J. Lizhu, Y Yunxia and X. Guohuan 1994. "Studies on the Utilization of Carbohydrate-Rich Ingredients and Optional Protein: Energy Ratio in Chinese Bream, *Megalobrama amblycephala*". Yin. In De Silva, S S (ed). Fish Nutrition Research in Asia: Proceedings of the Fifth Asian Fish Nutrition Workshop. Asian Fish. Soc. Spec. publ. 9. Manila Philippines, Asian Fisheries Society, pp 31-42.

Yeoh, Q. L. 1979. The status of research on fish silage in Malaysia. In Fish Silage Production and Its Use eds J G Disney and D James Papers presented at the IPFC Workshop. Jakarta, Indonesia FAO Fisheries. FAO, Rome Report No. 230 19-23 pág

Zahar, M.; Benkerroum, N.; Guerouali, A., Laraki, Y.; Yakoubi, K., 2002. Effect of temperature, anaerobiosis, stirring and salt addition on natural fermentation silage of sardine and sardine wastes in sugarcane molasses. *Bioresource Technology* 82(2): 171-176.

Zaldivar-Larrain F.J. 2002. Las Harinas y Aceites de Pescado en la Alimentación Acuicola. En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.

Zarain-Herzberg M., Campa-Cordova A.I. y Cavalli R.O. 2006. Biological viability of producing white shrimp *Litopenaeus vannamei* in seawater floating cages. *Aquaculture* 259, 283-289

CITAS ELECTRÓNICAS.

www.asaga.org.ar

www.cmdrs.gob.mx/sesiones/2007/Sat_asesion_Ant_ate_ki_kawon_programas_maestros

ANEXOS.

Número de jaulas y material

Superficie de cada jaula

Si emplea aireadores especifique capacidad y número por estanque

Que superficie aumentará la unidad en los próximos 3 años?

Sistema hidráulico:

Origen del agua.- Describir cada sección (canal de llamada, compuertas, cárcamo de bombeo, capacidad de bomba)

Porcentaje de recambio de agua en los estanques:

Flujo del agua

INSUMOS:

Como adquiere la "semilla" (alevines, larva o postlarva)

La compra _____; Se la regalan _____; La produce _____

Lugar donde compra o le regalan la semilla. (Nombre completo de la dependencia o empresa, dirección y teléfonos o mail:

Cuantas veces en el año requiere de "semilla" (especificar todas):

Épocas en que adquiere la semilla:

Cantidad de "semilla" que adquiere en cada época y precio que paga por la "semilla" en las diferentes épocas del año.

1) _____ 2) _____

Tasa de sobrevivencia o de mortalidad: _____

ALIMENTACION

CANTIDAD DE ALIMENTO CONSUMIDO POR CICLO:

POR AÑO _____, POR MES _____; POR SEMANA _____

CONOCE LA MARCA DEL ALIMENTO (S) EMPLEADO (S) DURANTE EL CICLO DE CULTIVO Y SU COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.

Inicial: (marca y cantidad de proteína y de Fósforo) _____

Intermedio: (marca, cantidad de proteína y de Fosforo) _____

Salida: (marca, cantidad de proteína y de Fósforo) _____

Cuánto tiempo lo almacena:

Donde almacena el alimento:

VENTA DE LA PRODUCCIÓN

Que mecanismo emplea para realizar su cosecha

Como le compran la producción (entera, en filete, otra:

Talla (s) y peso promedio de los organismos al momento de la venta:

Épocas y cantidades en las que vende su producción (por ciclo de cultivo)

Rendimiento por hectárea o por jaula o estanque:

Lugares y precio al que vende su producción:

En caso de que maneje su producción a la venta. ¿Qué sistema de conservación emplea al vender su producto

¿Qué sistema de conservación emplea quien (es) le compra (n) su (s) producto (s)

¿TIENE O NO SUBPRODUCTOS DE SU PRODUCCIÓN? Si _____ No _____

Si es afirmativo estimar los tipos de subproducto, cantidades por peso/ciclo o por año:

EMPLEA LOS SUBPRODUCTOS EN LA ALIMENTACIÓN, FERTILIZACIÓN U EN OTRO MOMENTO DE LA PRODUCCIÓN. (De ser afirmativa la respuesta especificar cuáles emplea y en que los emplea):

Como piensa usted que puede emplear los subproductos en la alimentación de la tilapia o del camarón:

Fecha:

Nombre completo del encuestador:

DATOS GENERALES DEL PERSONAL DE LA GRANJA

Nombre del responsable de la granja: _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Datos de los colaboradores con estudios profesionales en la granja:

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

ANEXO 2

CUESTIONARIO DE DIAGNOSTICO PARA LAS PLANTAS PROCESADORAS DE PRODUCTOS PESQUEROS Y ACUÍCOLAS EN EL SUR DE SINALOA

LOCALIZACIÓN

Nombre de la empresa:

Dirección.

Calle: _____ Colonia _____

Municipio: _____

Teléfono _____ e-mail: _____

Datos para localizar la planta:

Número de personas que trabajan ____ (temporada alta) _____ (temporada baja) _____

ESPECIES (s) QUE PROCESA

Nombre(s) comunes _____

Nombre científico de las especies (si los conoce)

Nombre del producto (s) que elabora _____

Nombre que da al proceso (s) que emplea para obtener su producto

INFRAESTRUCTURA:

Describir las instalaciones (tipo y características)

INSUMOS

Origen del producto:

Lo obtiene con su infraestructura _____ Lo compra? _____

Cantidad que procesa (por unidad de tiempo) _____

Precio que paga por la materia prima) _____

VENTA DE LA PRODUCCIÓN

Lugares, cantidad, época y precio al que vende su producción

Lugar _____

Época _____

Cantidad _____

Precio (s) _____

Lugar _____

Época _____

Cantidad _____

Precio (s) _____

¿TIENE O NO SUBPRODUCTOS DE SU PRODUCCIÓN?

Si es afirmativo estimar las cantidades por peso/año.

Tipos _____

Cantidad _____

DESTINO DE LOS SUBPRODUCTOS

Tiempo de almacén en la empresa antes de salir a la disposición _____

ANEXO 4

**CUESTIONARIO DE DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCIÓN PESQUERA Y
SUBPRODUCTOS PARA LOS PESCADORES DE EMBARCADERO ISLA DE
LA PIEDRA EN MAZATLAN, SINALOA**

LOCALIZACION

Nombre de la organización o unidad de producción: _____

Dirección: Calle: _____ colonia _____

Municipio: _____

Estado: SINALOA

Teléfono (_____) e-mail: _____ @

NOMBRE DEL REPRESENTANTE DE LA ORGANIZACIÓN Y NÚMERO DE MIEMBROS:

DATOS PARA LOCALIZAR LA ORGANIZACIÓN O UNIDAD DE PRODUCCIÓN:

OTRAS ACTIVIDADES DE LOS INTEGRANTES DE LA ORGANIZACIÓN:

PESCA:

OTRAS ACTIVIDADES:

COMO LAS TURISTICAS Y OTRAS MÁS

NOMBRE DE LA (S) ESPECIE (S) Explotada (s)

NOMBRE COMPLETO DE LA ESPECIE (SI LA CONOCE O INCLUIR FOTOGRAFIAS)

SISTEMA DE CAPTURA (determinarlo junto con el productor)

COMO REALIZA LA CAPTURA: (lugares donde realiza la captura)

CANTIDAD QUE CAPTURA POR UNIDAD DE TIEMPO (viaje de pesca) (determinarlo junto con el productor)

NOMBRES COMUNES	NOMBRE DE LA ESPECIE	MESES DEL AÑO QUE MAS LA CAPTURA	CANTIDAD POR UNIDAD DE TIEMPO	FORMA DE CAPTURA	LUGAR (ES) DONDE LA CAPTURA

ÉPOCAS FORMAS Y CANTIDADES EN LA QUE VENDE SU PRODUCCIÓN

VENTA DE LA PRODUCCIÓN (por embarcaderos)

PRODUCCIÓN.

Toneladas/año _____; POR MES _____; POR SEMANA _____

Como le compran la producción (entera, en filete, otra)

Talla (s) y peso promedio de los organismos al momento de la venta:

LUGAR Y PRECIO AL QUE VENDE SU PRODUCCIÓN:

Qué sistema de conservación emplea al vender su producto o el sistema que emplea quien (es) le compra (n) su (s) producto (s)

DONDE ALMACENA LA PRODUCCIÓN: Cuanto tiempo lo almacena:

NOMBRE COMUN	MES DE MAYOR CAPTURA	TALLA MAS ABUNDANTE	VOLUMEN EN Kg	FORMAS COMO LA VENDE	TEMPORADA DEL AÑO EN QUE LA VENDE	LUGARES DONDE LA VENDE

¿TIENE O NO SUBPRODUCTOS DE SU PRODUCCIÓN? Si _____ No _____

Si es afirmativo estimar las cantidades por peso/ciclo o por año:

Qué cantidad de subproductos obtiene (por época y por año) _____

Como mantiene los desechos _____
Por cuánto tiempo los mantiene _____

Vende los subproductos _____ Precio de venta (por unidad de peso) _____

Los regala o los traslada a alguna planta que los procese (nombre y dirección de la empresa)

Que volumen traslada a la planta (s) por mes o por semana, por temporada, por año _____

EMPLEA LOS SUBPRODUCTOS EN LA ALIMENTACIÓN, FERTILIZACIÓN U EN OTRO MOMENTO DE LA PRODUCCIÓN. (De ser afirmativa la respuesta especificar el proceso o en que los emplea)

Proceso _____

Usos _____

Fecha

Nombre completo del encuestador

DATOS GENERALES DEL PERSONAL DE LA PLANTA

Nombre del responsable de la planta: _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Datos de los colaboradores con estudios profesionales en la planta:

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

ANEXO 3

CUESTIONARIO DE DIAGNOSTICO PARA LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE HARINA.

Nombre de la empresa:

Dirección.

Calle: _____ Colonia _____

Municipio: _____

Teléfono _____ y e-mail: _____

Datos para localizar la planta.

ESPECIES QUE PROCESA

Nombre(s) comunes _____

Nombre científico de las especies (si los conoce) _____

INFRAESTRUCTURA:

Describir las instalaciones (tipo y características) _____

INSUMOS

Origen del producto:

La compra _____ La produce alguna empresa filial _____ Otra _____
(especificar) _____

Volúmenes que procesa:

Por día _____ Por semana _____ Por mes _____

Volúmenes de producción:

Por día _____ Por semana _____ Por mes _____

CONSUMIDORES:

Quien (es) compran la harina _____

Volumen de ventas de harina (por semana o por mes

Precio (os) del producto (s) Por tonelada en el último mes o año

Fecha

Nombre completo del encuestador

DATOS GENERALES DEL PERSONAL DE LA PLANTA

Nombre del responsable de la planta: _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Datos de los colaboradores con estudios profesionales en la planta:

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

Nombre _____

Profesión: _____

Escuela y periodo de estudios:

Titulado: Si (); No ()

EMPLEA LOS SUBPRODUCTOS EN LA ALIMENTACIÓN, FERTILIZACIÓN U EN OTRO MOMENTO DE LA PRODUCCIÓN. (De ser afirmativa la respuesta especificar cuáles emplea y en que los emplea):

COMO PIENSA USTED QUE PUEDE EMPLEAR LOS SUBPRODUCTOS * (estimar con báscula)

NOMBRE COMUN	RENDIMIENTO EN FILETE	LUGAR DONDE ALMACENA LA PRODUCCIÓN	CANTIDAD (EN PESO) DE RESIDUOS AL PROCESAMIENTO	USO QUE DA A LOS RESIDUOS

Fecha:

Nombre completo del encuestador:



ACTA DE ENTREGA Y RECEPCIÓN DE VIVIENDA GESTIÓN DE COBRANZA

Número de Crédito Anterior 2508071728

INVENTARIO DOCUMENTAL DEL INMUEBLE

Dación en Pago			Entrega de Vivienda a través de Poder Notarial para Liquidación de Crédito			Adujudación		
Documento	Si	No	Documento	Si	No	Documento	Si	No
Acta de entrega de vivienda en dación en pago	(NA)	(NA)	Poder Notarial	(X)	(NA)	Escritura de Adujudación inscrita en el RPP con anexos que incluyan medidas cautelares y traslado de dominio	(NA)	(NA)
Escritura de Dación inscrito en el RPP con anexos que incluyan medidas cautelares y traslado de dominio	(NA)	(NA)	Certificado de libertad de Gravamen	(X)	(NA)	• Oficio de Auto de auto a disposición de la Notaría (en su caso)		
Análisis de recuperación vigente	(NA)	(NA)	Primer testimonio de escritura con anexos que incluyan medidas cautelares y traslado de dominio	(X)	(NA)	• Sentencia		
Certificado de libertad de Gravamen	(NA)	(NA)	Análisis de recuperación vigente	(X)	(NA)	• Auto que no forme la sentencia		
Bonific. impuesto predial pagado	(NA)	(NA)	Copia identificación Oficial del Titular y Conyuge (en su caso)	(X)	()	• Planilla auto de remate en forma y la aprobación		
Bonific. agua pagada	(NA)	(NA)	Copia Acta de Matrimonio (en su caso)	()	(X)	• Diligencia de Lanzamiento		
Comprobantes de luz (opcional)	(NA)	(NA)	Copia de CURP	(X)	()	Análisis de recuperación	(NA)	(NA)
Comprobantes de mantenimiento (en su caso)	(NA)	(NA)	Bonific. impuesto predial (no necesariamente pagado)	(X)	()	Certificado de libertad de Gravamen	(NA)	(NA)
Copia de CURP	(NA)	(NA)	Bonific. agua (no necesariamente pagado)	(X)	()	Bonific. impuesto predial pagado	(NA)	(NA)
	()	()	Comprobantes de luz (opcional)	(X)	()	Bonific. agua pagada	(NA)	(NA)
	()	()	Comprobantes de mantenimiento (en su caso)	()	(X)	Comprobantes de luz (opcional)	(NA)	(NA)
	()	()		()	()	Comprobantes de mantenimiento (en su caso)	(NA)	(NA)

Nota: Todos los documentos son obligatorios, a excepción de los marcados como opcionales o en su caso

Por lo antes expuesto la LIC. ROSA ISELA GÁNDARA MONTAÑO coordinador Jurídico del despacho ERG CONSULTORES S.A DE C.V. y por instrucciones del Jefe de Cobranza, hace entrega real, formal y material del inmueble antes descrito al C JENNIFER KARLA RIVERA MEDINA encargado de recepción de viviendas Despacho Promotor Inmobiliario ABC AVALUOS S.A DE C.V quien recibe por instrucciones del Jefe del Área de Crédito.

El promotor inmobiliario es responsable de la guarda y custodia de la vivienda, obligándose frente al INFONAVIT a su comercialización inmediata conforme a las políticas y procedimientos vigentes en el Instituto. Si en un plazo de 30 días naturales a partir de la fecha en que recibe la vivienda, los trámites de saneamiento no han consumado y por esta razón fuera imposible concluir la formalización de la venta, el promotor inmobiliario queda liberado de la responsabilidad de una invasión ó daños que pueda sufrir la vivienda a partir de esa fecha, así como de la evaluación de resultados por tiempo de comercialización.

DELEGACION REGIONAL

DELEGACION REGIONAL

GERENTE DE COBRANZA
ZANDRA LORENA ZAVALA RUBIO

GERENTE DE CREDITO
ALEJANDRA DE LOS MILAGROS GARCIA LOPEZ

ADMINISTRADOR DE CARTERA

PROMOTOR INMOBILIARIO

ROSA ISELA GÁNDARA MONTAÑO
ERG CONSULTORES S.A DE C.V

JENNIFER KARLA RIVERA MEDINA
ABC AVALUOS S.A DE C.V