

Estudio del efecto de la adición de frutas tropicales piña (*Ananás comosus*) y lechosa (*Carica papaya*) en la elaboración del ensilado biológico de pescado

Rafael Bello¹, Elizabeth Cardillo² y Raúl Martínez¹

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos- Facultad de Ciencias - Universidad Central de Venezuela

RESUMEN. Se elaboró el ensilado microbiano de pescado a partir de especies sub-utilizadas de pescado con la adición de corteza de frutas (lechosa-piña) o jugo de piña y el uso de una temperatura de proceso de 35°C, preparándose 6 tipos de ensilados: A=Músculo de pescado + Jugo de piña; B= Músculo de pescado + Corteza de frutas (lechosa-piña); C= Pescado eviscerado + Jugo de piña; D= Pescado eviscerado + Corteza de frutas (lechosa-piña); E= Pescado entero + Jugo de piña y F= Pescado entero + Corteza de frutas (lechosa-piña). El proceso se evaluó a través de determinaciones de pH, acidez, consistencia, nitrógeno no proteico y líquido exudado.

Los resultados indicaron una disminución del pH e incremento de la acidez a medida que transcurre el tiempo, obteniéndose un pH de 4 a los 2 días de almacenamiento, el cual se mantuvo hasta los 30 días, lo que determina la estabilidad del producto. Sin embargo, no se observaron mayores diferencias en relación a la adición de jugo de piña y corteza de frutas en cuanto a estos dos parámetros.

En relación a la consistencia, nitrógeno no proteico y líquido exudado, los cuales nos dan un índice del grado de licuefacción del ensilado, se pudo observar con respecto a la consistencia, que la incorporación de frutas y la temperatura de 35° C inducen a la licuefacción total de los diferentes ensilados a las 24 horas, lo cual implica una mayor eficiencia en el proceso. El nitrógeno no proteico y el líquido exudado aumentaron en los diferentes ensilados a medida que transcurre el almacenamiento, aunque se obtuvieron valores más altos para los ensilados preparados con pescado entero con respecto a los ensilados elaborados a partir de pescado eviscerado y músculo de pescado, lo cual indica que el proceso de licuefacción es de naturaleza enzimática y que las enzimas de las vísceras son responsables principalmente de la autólisis y en menor grado las enzimas de la cabeza y musculatura. La adición de jugo de piña no mostró mayores cambios en el grado de licuefacción en relación a la utilización de la corteza de frutas. El análisis sensorial determinó que los mayores cambios en cuanto a las características organolépticas de los diferentes ensilados

ocurren a las 24 horas de almacenamiento, lo cual está acorde con los resultados de pH, acidez y consistencia obtenidos.

El análisis próximo y recuento microbiano de la materia prima y los diferentes ensilados mostró que no existen mayores cambios entre los contenidos de humedad, grasa, cenizas y proteínas. El bajo recuento inicial de microorganismos de la materia prima utilizada para la elaboración de los diferentes ensilados permite demostrar que la misma presenta un adecuado grado de frescura, siendo apta para su empleo y procesamiento, obteniéndose un mejor rendimiento.

SUMMARY. Effect of tropical fruit juices in the production of microbial fish silage. Microbial Fish Silage was produced from under-utilized fish mixed with juice and waste fruits (pineapple and papaya) at 35°C. Six different products were elaborated as following: A: fish muscle with pineapple juice; B: fish muscle with fruit wastes; C: gutted fish with pineapple juice; D: gutted fish with fruit wastes; E: whole fish with pineapple juice; F: whole fish with fruit wastes. Process development was evaluated by measuring: pH, acidity, non-protein nitrogen, consistency and exudate liquid. Results indicated a slow decrease in pH value and production of acidity during 20 storage days. The addition of fruits to silage did not have any effect on these values. Silage liquefaction or hydrolysis was related to the following parameters: consistency, non-protein nitrogen and exudate liquid. The addition of fruits was related to silage liquefaction or hydrolysis, and it was measured by the consistency. Exudate liquid and non-protein nitrogen increased during storage time. However silage made from whole fish showed highest values in those parameters than other processing conditions. This results suggested that hydrolysis involve first enzymes from guts and second enzymes from muscle and head. Pineapple juice did not contribute to hydrolysis process. Mainly sensory changes in the silage occurs during first 24 hours and they were related to chemical changes. Proximal analysis did not change during silage process and microbial counts indicated the freshness of raw material used in this study.

¹ Profesor Investigador
² Investigador Asistente

INTRODUCCION

Los ensilados de pescado se desarrollaron durante el siglo pasado en diversos países europeos, y paulatinamente se fueron extendiendo a otras regiones, como suplemento nutricional para la alimentación del ganado.

Se han descrito una decena de técnicas de ensilado de pescado, prevaleciendo en general en todas ellas una gran versatilidad para la fabricación del producto en forma líquida. El empleo de materias primas de bajo costo utilizadas para su elaboración, han logrado ubicarlo como un producto muy económico en la alimentación animal (1). El ensilado de pescado puede definirse como un producto líquido obtenido por acción natural de enzimas sobre el pescado entero o de sus partes preservado bajo condiciones ácidas (2).

Actualmente existen dos metodologías para la elaboración del ensilado:

- Por adición de ácidos al pescado molido entero (con vísceras, cabeza y piel), lo que causa disminución del pH y previene así, el deterioro (método químico).
- Por fermentación bacteriana, en la cual se mezcla el pescado molido entero con una fuente de carbohidrato y un cultivo microbiano ácido láctico que produce el ácido necesario para la preservación del producto (método microbiológico).

El Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (U.C.V.) ha desarrollado ensilados de pescado a partir de especies provenientes de la fauna de acompañamiento del camarón, tanto por vía química como microbiológica (3-7). La mayoría de las investigaciones se han dirigido hacia el ensilado microbiano y su evaluación como alimento en diferentes animales, por resultar más económico, fácil de administrar (pues no requiere neutralización previa) y de mayor valor nutricional que el ensilado químico (8).

En este sentido, se ha evaluado la calidad de ensilados a partir de diferentes fuentes de carbohidratos (harina de avena, arroz, yuca, melaza) y distintos microorganismos productores de ácido (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus lactis* y *Cándida lipolitica*), encontrando mayor eficiencia fermentativa con 20% de melaza y 15% de *L. plantarum* (9). Luego se logró reducir la cantidad de sustrato e inóculo, para hacer más sencillo el proceso y abaratar los costos de producción, y se elaboraron ensilados con fauna de acompañamiento del camarón empleando 15% de melaza y 1% de *L. plantarum*, que luego evaluaron nutricionalmente alimentando cerdos (5), aves (4) y rumiantes (10), con buenos resultados. Estos ensilados se elaboraron a 30 ± 2 °C, anaerobiosis, tardándose 15 días aproximadamente en obtener un producto estable y de buenas características organolépticas.

La adición de 15% de desechos de lechosa-piña y condiciones de almacenamiento a temperaturas superiores a la

ambiental, incrementaron notablemente la licuefacción del ensilado, aunque no afectó la producción de ácido del mismo (6).

En general, los ensilados biológicos tienen una vida útil de unas semanas a varios meses, dependiendo de la contaminación inicial de la materia prima, las características cualitativas de la fuente hidrocarbonada, la higiene del proceso y por último, de las características y dosis de los inóculos microbianos utilizados (1).

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

- Materia prima: Se emplearon especies sub-utilizadas como *Micropogon furnieri* (roncador), *Trachurus lathami* (cataco), *Sardinella anchovia* (sardina) y *Merluccius albidus* (merluza); obtenidas en el Mercado Mayor de pescado de Coche-Caracas en estado de frescura.
- Fuente de carbono: Melaza (85 - 90° Brix)
- Microorganismo: *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014
- Frutas: Jugo y cortezas de *Carica papaya* (lechosa) y *Ananás comosus* (piña).

Métodos:

Se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteína, grasa cruda y acidez titulable, según AOAC (11); pH, usando un equipo marca «Comning»; nitrógeno no proteico según AOAC (11); consistencia, mediante el uso de 1 consistómetro de Bosjtwick y el líquido exudado, tomando 20 g de muestra, centrifugados a 7000 rpm por 10 minutos a 2 °C.

Recuento de aerobios mesófilos, según el método de siembra en placa por profundidad, utilizando Agar Plate Count (12). Las placas se incubaron a 35 °C por 48 horas. Los resultados se expresan como unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g).

Se hicieron observaciones sensoriales de color, aspecto y olor del producto, mediante la utilización de un panel semi-entrenado; las cuales fueron utilizadas como medidas subjetivas del curso de la fermentación y del proceso de licuefacción.

Procesamiento:

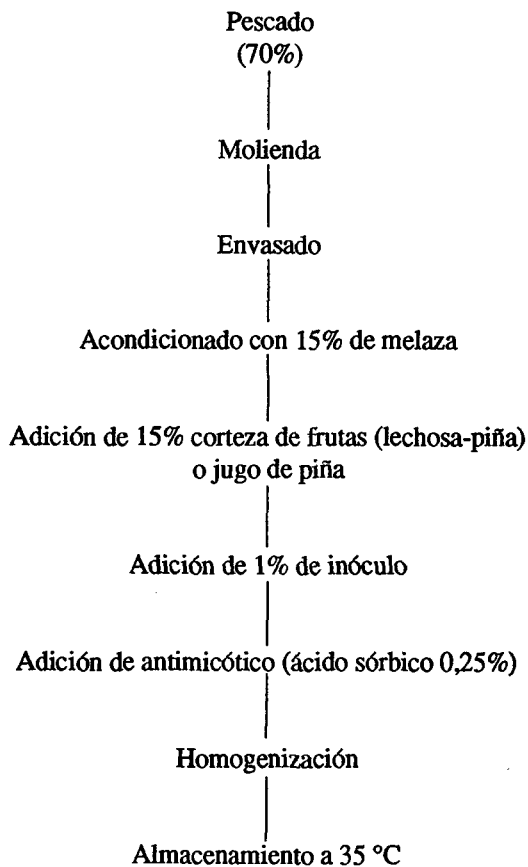
El pescado, una vez lavado, se cortó en trozos y se procedió a la elaboración del ensilado vía microbiana de acuerdo al esquema tecnológico mostrado en la Figura 1.

Se elaboraron 6 tipos de ensilados:

- Músculo de pescado + Jugo de piña
- Músculo de pescado + Corteza de frutas (lechosa-piña)
- Pescado eviscerado + Jugo de piña
- Pescado eviscerado + Corteza de frutas (lechosa-piña)
- Pescado entero + Jugo de piña
- Pescado entero + Corteza de frutas (lechosa-piña).

Las muestras fueron colocadas en recipientes con una capacidad de 500 g, se agitaron y se almacenaron a temperatura de 35 °C.

FIGURA 1
Esquema tecnológico para la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana.



RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los valores de pH para los diferentes ensilados. En general, se puede observar una disminución del pH a 4, al 2do. día de almacenamiento, el cual se mantuvo más o menos estable hasta los 30 días de almacenamiento.

El pH es uno de los índices de mayor importancia que debe controlarse durante el proceso de elaboración del ensilado, ya que los cambios en el mismo son indicativos de la calidad del producto (13).

Según Van Wik y Heydenrich (14), para obtener un ensilado estable, éste debe alcanzar un pH menor o igual a 4, ya que bajo estas condiciones se frena el crecimiento y la actividad de ciertos microorganismos que puedan conducir a la descomposición del producto.

Sin embargo, cabe destacar que los ensilados preparados a partir de músculo (ensilados A y B) alcanzan un pH menor que los ensilados elaborados con pescado eviscerado (C y D) y pescado entero (E y F), lo cual puede ser debido a la menor carga microbiana del músculo, o sea, presentar una menor flora competitiva, y las bacterias ácido lácticas fueron predominantes, pudiendo controlar más rápido el proceso.

TABLA 1
VALORES DE pH DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DE DIFERENTES
ENSILADOS DE PESCADO

| Tiempo (días) | pH | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|-------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 4.98 | 5.32 | 5.58 | 5.56 | 5.76 | 5.50 |
| 1 | 4.43 | 4.18 | 4.53 | 4.48 | 4.69 | 4.93 |
| 2 | 4.15 | 3.99 | 4.19 | 4.17 | 4.412 | 4.39 |
| 7 | 3.70 | 3.90 | 4.16 | 4.16 | 4.27 | 4.41 |
| 15 | 3.95 | 3.94 | 4.18 | 4.17 | 4.31 | 4.56 |
| 30 | 3.80 | 3.90 | 4.15 | 4.22 | 4.25 | 4.38 |

Los cambios producidos en los valores de acidez se presentan en la Tabla 2, en ésta se puede notar un incremento en la producción de ácido láctico en función del tiempo, en los primeros días del almacenamiento hasta alcanzar valores estables. La acidez está interrelacionada con el pH, ya que a medida que el porcentaje de ácido láctico aumenta se produce una disminución progresiva del pH hasta alcanzar niveles más o menos constantes, debido probablemente al cese del proceso fermentativo, por la alta concentración de ácido, que es autoinhibitoria de la cepa y por otra parte a que la fuente de carbohidrato va disminuyendo en función del tiempo.

TABLA 2
VALORES DE ACIDO LACTICO DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DE
DIFERENTES ENSILADOS DE PESCADO

| Tiempo (días) | Acidez (% de ácido láctico) | | | | | |
|---------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 1.19 | 1.23 | 1.12 | 1.09 | 1.10 | 1.22 |
| 1 | 3.38 | 4.14 | 3.86 | 4.16 | 3.86 | 3.37 |
| 2 | 4.61 | 5.21 | 4.98 | 5.86 | 5.05 | 5.36 |
| 7 | 5.25 | 5.61 | 5.89 | 5.90 | 5.79 | 6.42 |
| 15 | 5.44 | 5.80 | 6.11 | 5.59 | 5.87 | 6.22 |
| 30 | 4.70 | 4.95 | 6.07 | 5.50 | 5.95 | 5.24 |

También se puede notar que no se observaron mayores diferencias en relación a la adición de jugo de piña (ensilados A, C y E) y cortezas de lechosa-piña (ensilados B, D y F) en los parámetros pH y acidez, lo cual está acorde con el hecho de que la producción de ácido es de naturaleza microbiana y depende de un adecuado contenido de carbohidratos fermentables que son utilizados rápidamente por las bacterias lácticas en la producción de ácido.

En las Tablas 3 y 4 se presentan los valores de nitrógeno no proteico y líquido exudado respectivamente de los diferentes ensilados.

TABLA 3
VALORES DE NITROGENO NO PROTEICO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE DIFERENTES ENSILADOS DE PESCADO

| Tiempo (días) | Nitrógeno no proteico (mg/100g) | | | | | |
|---------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 520 | 490 | 560 | 500 | 610 | 690 |
| 1 | 1,080 | 1,030 | 1,140 | 1,120 | 1,090 | 1,090 |
| 7 | 1,190 | 1,200 | 1,230 | 1,140 | 1,510 | 1,540 |
| 15 | 1,100 | 1,390 | 1,400 | 1,330 | 1,530 | 1,400 |
| 30 | 1,250 | 1,230 | 1,230 | 1,220 | 1,410 | 1,480 |

TABLA 4
VALORES DE LIQUIDO EXUDADO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE DIFERENTES ENSILADOS DE PESCADO

| Tiempo (días) | Líquido exudado (ml/20 g de muestra) | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|------|------|------|-------|-------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 5.62 | 5.41 | 5.02 | 5.09 | 5.14 | 5.17 |
| 7 | 9.77 | 9.29 | 9.67 | 9.42 | 9.35 | 9.22 |
| 15 | 10.11 | 9.46 | 8.88 | 8.24 | 10.25 | 10.15 |
| 30 | 7.94 | 7.89 | 8.51 | 7.31 | 9.49 | 9.51 |

Estos dos parámetros al igual que la consistencia nos dan un índice del grado de licuefacción del ensilado, siendo la determinación del nitrógeno no proteico la media más veraz (15).

En relación a la consistencia se pudo observar que la incorporación de frutas y el incremento de la temperatura de proceso a 35 °C, induce a la licuefacción total del ensilado en 24 horas (se supera los 24 cm/30 seg en todos los casos), lo cual implica una mayor eficiencia, tomando en cuenta que anteriormente era necesario esperar 15 días para la obtención de un

producto líquido, estable, a una temperatura de 30 °C.

Cabe destacar, la gran termorresistencia de la papaína de la lechosa, que soporta temperatura de 70 °C sin que se desnaturalice. La bromelina de la piña es más lábil térmicamente, ya que a temperaturas superiores a 55 °C disminuye su actividad.

El proceso de licuefacción ocurre gradual y espontáneamente debido a la acción de enzimas proteolíticas presentes en el pescado. Esta actividad autolítica que ocurre durante el almacenamiento del pescado fermentado incrementa el contenido de amonio, aminos, aminoácidos y péptidos, los cuales se cuantifican como nitrógeno; de allí la importancia del estudio de este parámetro (Tabla 3).

Se puede notar un rápido incremento del nitrógeno no proteico en los primeros 7 días de almacenamiento y un aumento posterior pero a una velocidad menor, en los diferentes ensilados. Esto podría tener su explicación si consideramos lo establecido por Raa y Gildberg (16), quienes estiman que, entre otros, la velocidad de autólisis está determinada por la actividad digestiva de la materia prima (pescado), y que la misma se hace más lenta a medida que los sitios favorables de unión o de separación sobre el sustrato han sido agotados.

Sin embargo, es importante mencionar la obtención de valores más altos para los ensilados preparados con pescado entero (E y F) con respecto a los ensilados elaborados a partir de pescado eviscerado (C y D) y músculo (A y B), lo cual indica que las enzimas de las vísceras son responsables principalmente que la autólisis, y en menor grado las enzimas de la cabeza y musculatura.

La actividad proteolítica del músculo se ha adjudicado a las catepsinas. La velocidad de autodigestión o autólisis está determinada por la actividad de las enzimas digestivas, condición fisiológica del pez, pH, temperatura y ácidos presentes (16). La actividad de las enzimas a su vez es favorecida por pH ácidos y temperaturas superiores a la temperatura ambiente (17). En este sentido, Mackie et al (18) señalan que la temperatura óptima de licuefacción del pescado por acción de las enzimas viscerales está en el intervalo de 35-45 °C.

Posteriormente, trabajos realizados por Reyes et al (6) encontraron que los ensilados de pescado sometidos a temperaturas de 35, 45 y 55 °C experimentaron una rápida licuefacción, estimada a partir de los valores de consistencia, en comparación con los ensilados almacenados a temperaturas más bajas. El ensilado almacenado a 55 °C exhibió mayor licuefacción en menor tiempo.

En la Tabla 3 también se puede notar que los ensilados a los cuales se les adicionó jugo de piña (A, C y E) no presentaron mayores cambios en el grado de licuefacción en relación a los elaborados con corteza de frutas.

Se puede observar por otro lado una relación entre el pH y el nitrógeno no proteico, ya que a medida que disminuye el pH, se favorece la actividad proteolítica de ciertas enzimas (pepsina, tripsina), las cuales actúan sobre las proteínas del tejido muscular del pescado produciendo la hidrólisis.

En relación al líquido exudado, se puede notar un aumento progresivo en el tiempo, obteniéndose valores máximos entre los 7-15 días de almacenamiento (Tabla 4).

En el análisis sensorial de los diferentes ensilados se muestra que para el día de elaboración (día 0) los ensilados preparados a partir de músculo presentan olores a fruta, mientras que los restantes tienen olor a pescado. La consistencia es pastosa y el color marrón, es debido a la adición de melaza, siendo más oscuro para los ensilados elaborados a partir de pescado eviscerado y pescado entero.

A las 24 horas de almacenamiento a 35 °C, se detecta un olor ácido para los diferentes ensilados, lo cual se correlaciona con la disminución del pH e incremento de la acidez reporta-

dos. La consistencia es líquida, lo cual también está acorde con los resultados obtenidos.

A los 7 y 15 días de almacenamiento, el olor es más acentuado y en los ensilados elaborados a partir de pescado eviscerado y pescado entero, es más fuerte y ligeramente rancio, lo cual puede ser debido a la presencia de sardina y cataca, que poseen un alto contenido graso.

Finalmente, en las Tablas 5 y 6 se presenta el análisis próximo y recuento microbiano de la materia prima y los diferentes ensilados. Se puede observar que el contenido de humedad es elevado, varía entre un 70-75%, lo cual restringe la comercialización del producto en forma líquida (16).

TABLA 5
CARACTERIZACION Y RECUENTO MICROBIANO DE LA MATERIA PRIMA
(MEZCLA PESCADO-MELAZA-FRUTAS) UTILIZADA PARA LA ELABORACION DE LOS
DIFERENTES ENSILADOS DE PESCADO

| Determinación | A | B | C | D | E | F |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Humedad (%) | 71.67 | 72.71 | 70.45 | 70.62 | 67.36 | 70.36 |
| Proteínas (%) | 11.11 | 9.90 | 11.45 | 10.04 | 14.03 | 12.95 |
| Grasa (%) | 1.36 | 1.69 | 2.07 | 2.30 | 3.06 | 2.82 |
| Cenizas (%) | 2.13 | 2.19 | 3.54 | 3.66 | 5.04 | 4.74 |
| Materia (%) seca | 28.33 | 27.29 | 29.55 | 29.38 | 32.64 | 29.64 |
| Aerobios mesófilos (UFC/g) | 7.00×10^3 | 3.60×10^4 | 1.38×10^5 | 6.60×10^4 | 1.45×10^5 | 9.60×10^4 |

TABLA 6
CARACTERIZACION Y RECUENTO MICROBIANO DE LOS DIFERENTES
ENSILADOS DE PESCADO A LOS 7 DIAS DE ALMACENAMIENTO

| Determinación | A | B | C | D | E | F |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Humedad (%) | 75.10 | 74.74 | 72.68 | 71.68 | 70.52 | 69.91 |
| Proteínas (%) | 10.43 | 10.03 | 10.14 | 9.38 | 10.84 | 10.90 |
| Grasa (%) | 1.26 | 1.49 | 2.57 | 2.30 | 2.98 | 3.76 |
| Cenizas (%) | 1.54 | 1.90 | 2.95 | 2.87 | 3.52 | 3.51 |
| Materia (%) seca | 24.90 | 25.26 | 27.32 | 28.32 | 29.48 | 30.09 |
| Aerobios mesófilos (UFC/g) | 2.90×10^5 | 4.40×10^6 | 2.33×10^6 | 8.10×10^4 | 3.00×10^5 | 1.57×10^6 |

En cuanto al porcentaje de proteínas, grasa y cenizas no se encontraron mayores diferencias entre la materia prima y los diferentes ensilados, aunque entre los ensilados si se notan ciertos cambios, los cuales son debidos al aporte que dan las vísceras, piel, cabeza, huesos, espinas y escamas respectivamente, a estos índices, en relación al ensilado preparado con músculo solo; sin embargo éstas diferencias son muy reducidas.

En relación al recuento microbiano, cabe destacar la baja carga inicial encontrada en la mezcla pescado-melaza-frutas para los diferentes ensilados, siendo mayor para el ensilado elaborado con pescado entero en relación a los ensilados preparados a partir de pescado eviscerado y músculo, lo cual es lógico, debido a que se está empleando la totalidad del pescado.

En general Shewan, citado por Gómez (19), considera que la carne de pescado recién capturada está libre de bacterias y solo en las branquias, tracto intestinal y en el mucus superficial se encuentran organismos. El mismo autor reporta valores entre 10^3 y 10^7 aerobios/g en el contenido intestinal y entre 10^2 y 10^6 aerobios/cm² en la piel.

La adición de jugo de piña y corteza de frutas no presentaron mayores cambios en el recuento microbiano. Al incorporar 1% de inóculo, hubo un incremento de la población bacteriana entre 10^5 y 10^6 para los diferentes ensilados, lo cual se debe al aporte de bacterias ácido-lácticas.

CONCLUSIONES

1. El ensilado microbiano de pescado es un producto que se puede elaborar mediante la práctica de un esquema tecnológico sencillo, y el cual puede ser almacenado por un período de tiempo prolongado, sin presentar cambios que puedan deteriorar el producto.
2. Durante el proceso de desarrollo del ensilado microbiano se estableció que en los primeros 2 días hay cambios, los cuales están relacionados con un incremento en la producción de ácido láctico y caída del pH, estando después relacionado con la hidrólisis proteica.
3. La adición de jugo de piña y corteza de frutas (lechosa-piña), nos mostraron mayores diferencias en el grado de licuefacción del ensilado.
4. Los mayores cambios organolépticos ocurren en el ensilado a las 24 horas de almacenamiento, obteniéndose una consistencia líquida y un fuerte olor a ácido en los diferentes ensilados, según el análisis sensorial.
5. La adición de 15% de melaza, 15% de corteza de frutas o jugo de piña, 1% de inóculo (*L. plantarum*) y un 0,25% de ácido sórbico, resultan satisfactorios, tanto desde el punto de vista físico-químico como sensorial, en la elaboración de ensilado de pescado.

REFERENCIAS

1. Bertullo V.H. Desarrollo del ensilado en América Latina. 2da Consulta de Expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. FAO RLAC/2, 1-65, 1989.

2. Halla G., Keeble D., Ledward D & Lawrise, R. Silage from tropical fish. 1. Proteolysis. J. Food Technol. 20: 561-572, 1985.
3. Rodríguez T., Montilla J & Bello R.A. Ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. I.- Elaboración y evaluación biológica. Arch. Latinoamer. Nutr. 40(3):426-438, 1990.
4. Guevara Y J., Belo R.A. & Montilla, J.J. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde. Arch. Latinoamer. Nutr., 41 (2): 246-256, 1991.
5. Ottanti M & Bello R.A. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina. I.- Valor nutritivo del producto en dietas para cerdos. Alimentaria 211: 37-44, 1990.
6. Reyes G., Martínez R., Rodríguez L.M., Bello R.A. & Cruz Pascual M. Efecto de la adición de desechos de frutas tropicales sobre la velocidad de ensilado microbiano de pescado. Alimentaria 219:99-108, 1991.
7. Martínez R., Cruz Pascual M & Bello R.A. Elaboración de ensilados biológicos de pescado en Venezuela y España. Alimentaria 221: 43-49, 1991.
8. Kompang I., Darwanto A & Arifundin R. Nutritional value of fish silage. FAO Fish Rep. 230:44, 1980.
9. Bello R.A., Gutiérrez M., Ottati M & Martínez A. Estudio sobre la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana en Venezuela. 2da Consulta de Expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. FAO RLAC/3, 1989.
10. Viète, C & Bello R.A. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiana como suplemento proteico en dietas de rumiantes. 2da. Consulta de Expertos sobre tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. FAO RLAC/11, 1989.
11. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 13th ed. Washington, D.C. 1980.
12. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. «Ecología Microbiana de los alimentos». España, Ed. Acribia, 1980.
13. Jayawardena K & Poulter R. Studies on preparation of fish silage. Effect of quality of raw material and type of acids. In: «Proceedings of the Workshop Fish Silage». FAO Fish Rep. 230: 34-35, 1980.
14. Van Wik H & Heydenrich C. The production of naturally fermented fish silage using various Lactobacilli and different carbohydrate sources. J. Sci. Food. Agric. 36(11):1093-1103, 1985.
15. Córdova E & Bello R. Obtención de ensilado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. Arch. Latinoamer. Nutr. 36(3):522-535, 1986.
16. Raa J & Gildberg A. Fish silage. A review C.R.C. Critical Review in Food Science and Nutrition 16:383-419, 1982.
17. Lindgren S & Pleje, M. Silage fermentation of fish or fish waste products with lactic acid bacteria. J. Sci. Food Agric. 34:1057-1067, 1983.
18. Mackie I., Hardy R & Hobbs G. Fermented fish products. FAO fish Rep. 100:15-26, 1971.
19. Gómez R. The microbiology of seawater fish. «Microbiología de Alimentos». Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1974.

Recibido: 09-04-1992

Aceptado: 18-10-1993