

OBTENCIÓN DE ENSILADOS BIOLÓGICOS A PARTIR DE LOS DESECHOS DEL PROCESAMIENTO DE SARDINAS

Obtaining Biological Silage from Sardine Processing Leftovers

Deokie González y Mamerto Marín

¹Estación de Investigaciones Marinas de Margarita, EDIMAR.

Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Apartado 144, Porlamar, estado Nueva Esparta, Venezuela.

E-mail: dgonzalez@edimar.org, deokie.gonzalez@fundacionlasalle.org.ve

RESUMEN

Se implementó la técnica del ensilado biológico, para la utilización de los desechos del procesamiento de sardina, elaborando tres ensilados: Ensilado 1 (E1): residuos: melaza: yogurt, ensilado 2 (E2): residuos: melaza: corteza de frutas y ensilado 3 (E3): residuos: melaza: yogurt: corteza de frutas, por un período de 60 días. El proceso de proteólisis se evaluó a través de pH, acidez, nitrógeno no proteico (NNP), actividad autolítica (AA) y bases volátiles totales (NBVT). Los resultados estadísticos mostraron una diferencia significativa ($P < 0,05$) en la interacción tiempo: ensilado, indicando que cada uno de los ensilados muestra un comportamiento diferente durante el almacenamiento, en cada variable estudiada. Los ensilados mostraron un contenido de proteína entre de 37-41% y una calidad microbiológica aceptable. Se observó una disminución de pH e incremento de la acidez en los diferentes ensilados a los 7 días, los cuales se mantuvieron estables hasta los 60 días. El NNP y la AA, aumentaron significativamente durante los primeros días de almacenamiento, debido a la actividad enzimática y/o proteolítica. El NBVT mostró un aumento progresivo durante los 60 días, alcanzando valores entre 157,4-172,9 mgN%, paralelamente se observó un incremento en los aerobios mesófilos y microorganismos acidúricos, mientras que los microorganismos patógenos se encontraron restringidos al final de la evaluación. Basándose en los resultados obtenidos, se puede señalar los ensilados evaluados muestran una buena estabilidad en el tiempo, además se ajustan a los requerimientos nutricionales y energéticos necesarios para introducirlos como fuente de proteína en la alimentación animal.

Palabras clave: Ensilado biológico, desechos, sardina.

ABSTRACT

The Biological silage technique was implemented to use sardine processing remainders. Three silages were elaborated during a 60 days period: Silage 1 (E1): remainders: molasses: yogurt, silage 2 (E2): remainders: molasses: fruit peelings, and silage 3 (E3): remainders: molasses: yogurt: fruit peelings. The proteolysis process was evaluated through pH, acidity, non-protein nitrogen (NNP), autolytic activity (AA) and total volatile bases (TVB). Statistical results show significant difference ($P < 0.05$) in the interaction time: silage, indicating that each silage showed a different behavior during storage in each variable studied. Silages showed 37 - 41% of protein in dry weight and good microbiological quality. It was observed a pH reduction and an acidity increase in the different silages after 7 days, which remained stable until the 60 days. NNP and AA increased significantly during storage first days, due to enzymatic and/or proteolytic activity. TVB showed a progressive increase during the 60 days, reaching values between 157.4-172.9 mgN%. Simultaneously an increase in the aerobic mesophilic and aciduric microorganisms was observed whereas pathogenic microorganisms were restricted at the end of the evaluation. Based on obtained results, evaluated silages show good stability in time. In addition they adjust nutritional and energetic requirements to be introduced as protein source in animal feeding.

Key words: Biological silage, residues, sardine.

INTRODUCCIÓN

Venezuela, dadas sus condiciones costeras, aunado a los abundantes desperdicios por concepto de pesca de arrastre y de las plantas procesadoras de pescado, presenta un buen potencial para la producción de ensilado como una posi-

bilidad para la eficiente utilización de los desechos como provisión de fuente proteica para la alimentación animal [2].

Las pérdidas post-cosecha, a nivel mundial, ascienden al 25% de la captura total del pescado y se producen, principalmente, por descarte de la fauna acompañante. Además, existen otras, por manipuleo, almacenamiento, distribución, procesamiento y comercialización. En consecuencia, es necesario el aprovechamiento de esa proteína animal con la utilización de tecnologías simples y de baja inversión para obtener productos como ensilado, lo que a su vez, minimiza los efectos de contaminación ambiental [28].

El ensilado se define como un producto semi-líquido o pastoso, que aprovecha los residuos de desechos de la industria pesquera, pescado entero no apto para consumo humano o partes del mismo: cabeza, colas, huesos, piel, escamas o vísceras; por efecto de las enzimas proteolíticas contenidas en el mismo. Es de fácil elaboración y de bajo costo y puede ser componente de raciones alimenticias para animales [1, 4, 28].

Existen dos métodos para la elaboración de ensilado: El "Ensilado químico" cuando se adicionan ácidos fórmico y/o sulfúrico a los residuos molidos, lo cual disminuye el pH y previene así, el deterioro. Presenta dos problemas: el costo de los ácidos y el manejo cuidadoso necesario los mismos por parte de los pescadores, lo cual constituye un peligro para ellos. El segundo es el "Ensilado biológico", el cual se subdivide en microbiológico (uso de cultivos microbianos) y enzimático (uso de enzimas proteolíticas) o en una combinación de ambos (cultivos+enzimas) que junto con una fuente de carbohidratos producen una excelente licuefacción o proteólisis del pescado.

Cordova y Bello [17], experimentaron con la fauna acompañante del camarón en la obtención de ensilado químico, utilizando ácido sulfúrico y fórmico al 3,5%; el producto obtenido posteriormente a la deshidratación presentó niveles de proteínas (16,7%) comparables a la harina de pescado. Posteriormente realizaron un ensayo con pollos en crecimiento; los resultados del ensayo y del análisis proximal, indicaron la factibilidad de utilizar el ensilado en sustitución de harina de pescado tradicional. Con la misma materia prima, se obtuvo un producto estable y de buena calidad, que al ser suministrado en pollos, produjo un incremento corporal satisfactorio y sin alteraciones al ser evaluada sensorialmente la carne [30]. Al trabajar con pescados enteros o eviscerados, filetes o residuos como materia prima, los cuales fueron finamente molidos y mezclados con melaza al 15%, inóculo de *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 al 15% y ácido sórbico al 0,25%, como agente micótico, lograron la reducción del proceso a la mitad del tiempo alcanzado en el ensilado con ácidos [22, 26, 27]. Berenz [4], trabajó con residuos y desechos del procesamiento de sardinas, con la adición de 5% de yogurt comercial y 10% de melaza; los resultados de la composición proximal indicaron que el ensilado resultante es una fuente proteica y energética factible de ser utilizada en formulaciones de alimentos de

animales. Al experimentar particularmente en la alimentación de pollos, notaron que el ensilado reemplazó eficazmente a la harina de pescado como fuente de proteína en términos de incremento de peso, conversión alimenticia y retribución económica.

Actualmente se ha observado con preocupación, la constante contaminación incidente en nuestros muelles y playas, debido a la gran cantidad de desechos de pesquerías en las cercanías de los sitios de desembarco o de las plantas procesadoras. A raíz de este grave problema, se ha planteado la posibilidad de la implementación de una técnica del ensilado para la utilización de los desechos resultantes del procesamiento de sardina, y así evitar que se acumule en muelles y playas, además de adicionar valor agregado a la explotación y procesamiento de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de ensilados

Materia prima:

- Pescado: Se utilizaron los residuos (cabeza, cola, escamas y vísceras) del procesamiento de sardina (*Sardinella aurita*) en el muelle de FLASA-Margarita. Se recolectó aproximadamente 20 Kg de residuos, los cuales fueron trasladados a las instalaciones de la planta piloto y se mantuvieron en refrigeración (8°C) hasta el momento de la formulación.
- Melaza de caña: Se obtuvo en establecimientos comerciales de la ciudad de Porlamar, la misma fue utilizada como fuente de carbohidratos.
- Fermento láctico: Provenientes de microorganismos presentes en el yogurt comercial.
- Frutas: Cortezas molidas de piña y lechosa verde adquiridas en el mercado de la ciudad de Porlamar.
- Ácido sórbico (Riedel-deHaën): Agregado en una proporción del 0,25%.

Procesamiento del ensilado: Los residuos de pescados fueron molidos por medio de un Molino semi-industrial Marca MOBBA. Posteriormente fueron pesadas las cantidades requeridas para formular 10 Kg de ensilado, en las proporciones mostradas en la TABLA I. Los ensilados se realizaron de acuerdo al esquema tecnológico mostrado en la FIG. 1.

Los ensilados fueron colocados en recipientes plásticos con una capacidad de 5 Kg y se almacenaron por 3 meses a temperatura ambiente (29 ± 1°C). Al finalizar el período de almacenamiento se procedió a deshidratar cada uno de los ensilados en una estufa de aire forzado Marca BERTUZZI (Instituto de Química y Tecnología-FAGRO-UCV- Maracay, Edo. Aragua, Venezuela).

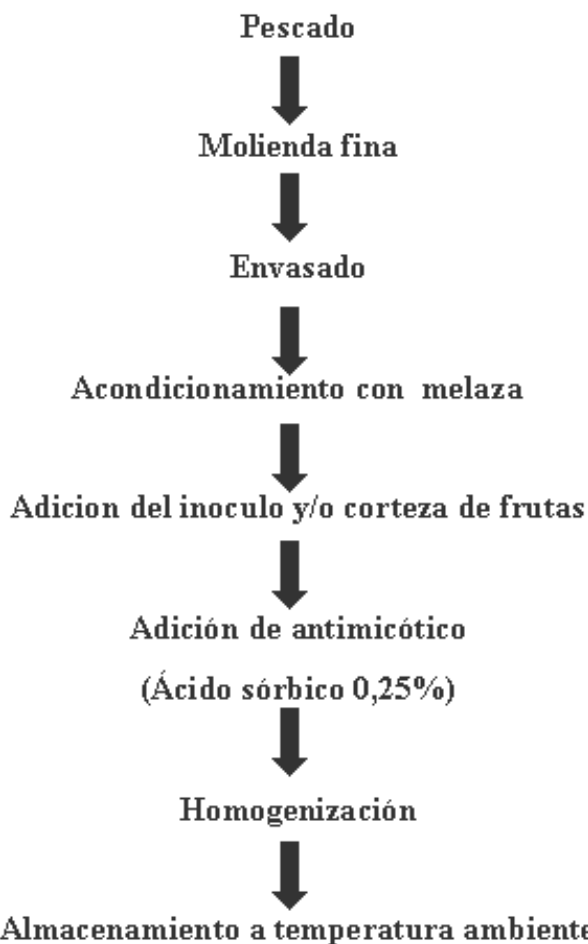


FIGURA 1. ESQUEMA TECNOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DE ENSILADO BIOLÓGICO.

Toma de muestra

Inicialmente se procedió a tomar una muestra representativa de la materia prima (residuos de pescado), para caracterizarla a nivel físico-químico y microbiológico. Posteriormente se procedió a hacer un muestreo a los 0, 1, 7, 13, 15, 30 y 60 días de almacenamiento para la evaluación físico-química de los ensilados. Mientras que para los análisis microbiológicos se tomaron muestras a los 0, 15, 30 y 60 días.

Análisis físico-químicos

Se determinó el contenido de humedad [6], cenizas [5], proteínas [8], grasa cruda [7], pH usando un potenciómetro marca ORION Modelo 420A, acidez por el método acidimétrico expresado en porcentaje de ácido láctico, nitrógeno no proteico por Stansbury y col. [31] y la digestión y destilación del nitrógeno por el método de Kjeldahl [8]; actividad autolítica [21] y nitrógeno básico volátil (NBVT) según el método de COVENIN 1948 [9].

Análisis microbiológico

Se realizaron los siguientes análisis microbiológicos: Aerobios mesófilos [10], microorganismos acidúricos [14], mohos y levaduras [13], coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* [15], *Staphylococcus aureus* [12] y detección de *Salmonella* spp. [11].

Análisis de resultados

Para analizar el efecto de las diferentes variables independientes o controladas que fueron la inclusión de fermento láctico, cortezas de frutas o ambas y el tiempo de almacenamiento de los ensilados, sobre las variables experimentales o dependientes tanto físico-químicas y microbiológicas, se utilizó un análisis de varianza de dos vías. Como variables dependientes se midieron: Humedad, cenizas, proteínas, grasa, NBVT, NNP, actividad autolítica, pH, acidez, así como los microbiológicos: Aerobios mesófilos, microorganismos acidúricos, mohos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp.; previamente transformados a una expresión logarítmica. Los análisis estadísticos se efectuaron a través del Software Statgraphics® Plus for Windows 4.0. [32].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los desechos de sardina

En la TABLA II se muestran valores de la composición proximal, NBVT y microbiológicos de los residuos de sardinas, que fueron utilizados para la formulación de los ensilados. Se puede observar un contenido de humedad de 68,4%, 14,8% de proteína, 4,8% de grasa, 8,0% de cenizas; muy cercanos a

**TABLA I
COMPOSICIÓN DE LOS ENSILADOS BIOLÓGICOS. COMPOSITION OF BIOLOGICAL SILAGE**

Ingredientes (%)	Formulaciones		
	Ensilado 1	Ensilado 2	Ensilado 3
Residuo de pescado (Molido)	80	75	70
Melaza	15	15	15
Fermento láctico	5	-	5
Cortezas de frutas	-	10	10
Acido Sórbico	0,25	0,25	0,25

TABLA II
COMPOSICIÓN PROXIMAL, NBVT Y PERFIL
MICROBIOLÓGICO DEL RESIDUO DE SARDINA,
UTILIZADOS EN LA FORMULACIÓN DE ENSILADOS.
PROXIMAL COMPOSITION, TVB-N, AND MICROBIOLOGICAL PROFILE
OF SARDINE LEFTOVERS, USED IN SILAGE FORMULATION

Variables	Promedio ± DS
Químicos	
Humedad (%)	68,4 ± 0,15
Proteína (%)	14,8 ± 0,08
Grasa (%)	4,8 ± 0,18
Cenizas (%)	8,0 ± 0,03
NBVT (mg N/100g)	9,6 ± 0,24
Microbiológicos	
Coliformes totales (NMP/g)	53
Coliformes fecales (NMP/g)	46
<i>E. coli</i> (NMP/g)	7
Aerobios mesófilos a 35°C (UFC/g)	1,3 × 10 ⁵
Aerobios mesófilos a 25°C (UFC/g)	1,4 × 10 ⁵
Mohos (UFC/g)	2 × 10
Levaduras (UFC/g)	8,8 × 10

los obtenidos por otros investigadores [18, 20, 29], los cuales evaluaron la sardina entera. El contenido de NBVT fue de 9,61 mgN/100; considerando que son desechos, este valor no sobrepasa al límite de aceptabilidad de 30 mgN/100 [16, 23]. Delgado [18], obtuvo valores iniciales de 9,2 mgN/100 y 25,4 mgN/100 en sardinillas enteras; estas diferencias se atribuyen a pérdidas de NH₃ y/o otros compuestos, aparte que los valores de NBVT son afectados principalmente por la especie, región y época de captura, sexo y edad del pez [20]. Esta variable está muy correlacionada con el crecimiento de microorganismos capaces de multiplicarse a temperatura menor o igual a la ambiental, ya que muchos presentan características proteolíticas y lipolíticas que desempeñan un papel importante en el proceso de descomposición del pescado.

El recuento microbiológico obtenido en los residuos, presenta valores de aerobios mesófilos en el orden de 10⁵ UFC/g, 53 y 46 UFC/g de coliformes totales y fecales respectivamente,

así como valores muy bajos para hongos y levaduras, lo cual indica la buena calidad microbiológica de la materia prima principal en la formulación de ensilado. Huss [23] señala que algunos autores consideran que la microflora del tracto intestinal es meramente un reflejo del medio ambiente y de la ingesta. Para pescado fresco y congelado los límites mínimo y máximo de aerobios son de 10⁶ y 10⁷ UFC/g respectivamente y para coliformes se presentan rangos de 4 a 400 NMP/g [24]. En general, se 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; reportando valores de aerobios entre 10³ y 10⁷ UFC/g en el tracto intestinal y entre 10² y 10⁶ UFC/cm² en la piel [19].

Evaluación de tres ensilados biológicos de pescado elaborados a nivel piloto

En la TABLA III, se puede observar la variación de la composición proximal de los diferentes ensilados en el tiempo. El análisis estadístico de la interacción ensilado:tiempo, mostró una diferencia significativa (P < 0,05) indicado que cada uno de los ensilados muestra un comportamiento diferente durante el almacenamiento.

La variación inicial en la composición de cada uno de los ensilados al ser comparados con la materia prima es debida a la adición de los diferentes ingredientes en la formulación, como es el caso específico de la melaza que es una fuente rica en carbohidratos, al igual que el yogurt y la corteza de fruta que aporta otros componentes que alteran la formulación final. Ottati y col. [27], 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 de pescado con bacterias acidúricas mezclados con melaza, se obtienen grandes cantidades de ácido en un periodo de tiempo menor, lo que favorece un rápido descenso de los valores de pH.

Se puede observar contenidos altos de humedad, presentando valores entre 59,7%-68,9%, lo que para algunos autores es una señal de que el producto no se puede comercializar en forma líquida [2]. Con relación a variables como proteínas, grasa y cenizas se observan ciertos cambios entre los di-

TABLA III
VALORES PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LOS DIFERENTES ENSILADOS EVALUADOS DURANTE EL
ALMACENAMIENTO. AVERAGE VALUES OF PROXIMAL COMPOSITION OF DIFFERENT SILAGE DURING STORAGE

Variables	Formulaciones								
	Ensilado 1			Ensilado 2			Ensilado 3		
	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d	0 d	30 d	60 d
Humedad	64,3	64,7	68,9	62,7	67,4	65,5	65,7	68,3	59,7
Proteínas	12,2	12,8	12,1	11,1	12,8	11,9	10,1	11,3	11,4
Grasa	11,1	8,9	9,1	9,0	8,2	8,2	6,5	8,1	8,1
Cenizas	7,6	7,7	6,8	6,9	5,8	5,3	5,5	5,1	5,2

ferentes ensilados, los cuales son debidos al aporte que le dan las vísceras, piel, cabeza y escamas a estos índices o variables. Los valores obtenidos en todas las formulaciones no difieren mucho de los obtenidos para la materia prima a excepción de la grasa

La TABLA IV muestra los resultados específicos y detallados sobre cada variable físico-química evaluada: pH, acidez, nitrógeno no proteico, actividad autolítica y NVBT, respectivamente; durante el almacenamiento (0, 1, 7, 13, 15, 30 y 60 días). Es de hacer notar cada factor (ensilado y tiempo), afecta significativamente ($P < 0,05$), a la respectiva variable físico-química evaluada.

Con relación al pH, se puede observar para los diferentes ensilados una disminución del mismo a valores entre 4,4-4,5 a los 7 días de almacenamiento, manteniéndose más o menos estable hasta los 60 días. El pH es uno de las variables de mayor importancia que debe controlarse durante el proceso de elaboración de ensilado, ya que los cambios del mismo son indicativos de la calidad deteriorativa del producto [2, 3]. Se recomienda que el ensilado alcance y mantenga un pH de 4 aproximadamente, ya que bajo estas condiciones se frena el crecimiento y la actividad de algunos microorganismos que descomponen el producto. Sin embargo, cabe destacar que las bibliografías consultadas, presentaron valores de $\text{pH} \leq 4$ al segundo día de almacenamiento, manteniendo el mismo comportamiento de estabilidad al final del estudio.

Los cambios en los valores de pH son inversamente proporcionales a los valores de acidez, observándose un incremento en la producción de ácido láctico en los ensilados 2 y 3, a medida que transcurría el tiempo de almacenamiento hasta alcanzar niveles estables de 4,4-4,3% respectivamente, a partir de los 13 días hasta el final de la evaluación (4,4-4,9% respectivamente); a diferencia del ensilado 1 (yogurt) que se observa un incremento de 0,6% hasta 4,0% a los 13 días y un posterior descenso de 3,5% al final del almacenamiento. Este comportamiento 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.

El hecho de que el pH y la acidez se mantengan constantes a partir de los 8 días de almacenamiento es debido fundamentalmente al cese del proceso fermentativo, consecuencia esto, de que los microorganismos tienden a reducir ligeramente en número, debido a la concentración de ácido presente en el medio, el cual actúa inhibiendo la cepa y a la disminución de la fuente de carbono incorporada inicialmente al medio [27].

Con respecto al nitrógeno no proteico, aumenta significativamente hasta los 13 días de almacenamiento en los tres ensilados evaluados, continuando su ascenso pero a menor velocidad hasta el final del ensayo. Raa y Gildberg (1974) citados por Bello y col. [2], explican que 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. Esta variable junto a la actividad autolítica, están estrechamente relacionadas con los procesos proteolíticos o el grado de licuefacción del ensilado. La actividad autolítica aumenta durante el almacenamiento del ensilado, donde se incrementa el contenido de amonio, aminas, aminoácidos y péptidos, los cuales se cuantifican como nitrógeno no proteico. Estos compuestos a su vez, no son más que sustancias solubles que afectan la capacidad amortiguadora del material, incrementando el pH; de ahí que las bacterias ácido lácticas se vean forzadas a producir más ácido [25].

Existe una correlación 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. A medida que transcurre el tiempo (días), el ensilado se va tornando "más líquido". Lo que está estrictamente relacionado con el proceso de solubilización de las proteínas y el proceso de licuefacción, consecuentemente a la par del mismo, el nitrógeno comienza a ser soluble [2, 3].

Como resultado de la acción microbiana y a las reacciones de autólisis, se forman compuestos que son ampliamente utilizados en la determinación de la frescura del pescado, es el caso de la producción y aumento del NBVT, que a su vez se ve afectado por el almacenamiento [25]. La TABLA IV, muestra el aumento progresivo de las bases volátiles totales (NBVT) durante los 60 días almacenamiento para cada uno de los ensilados evaluado alcanzando valores entre 157,4-172,9 mgN%. Esto se atribuye a la actividad bacteriana sobre las proteínas del pescado, actuando sobre los aminoácidos y produciendo amonio. Huss [23], señala que el aumento del NBVT está relacionado con la autólisis del ensilado, ya que a medida que las enzimas degradan las proteínas, facilitan posteriormente la acción bacteriana, siendo signo evidente de descomposición.

Los resultados del análisis microbiológico (TABLA V), presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) con relación a la interacción tiempo: almacenamiento. Aunque cada ensilado presentó un comportamiento similar durante el almacenamiento existieron diferencias mínimas y que los mismos variaban en el tiempo. En los ensilados se observa un incremento en los aerobios mesófilos y los acidúricos; mientras que los coliformes, *S. aureus* y demás microorganismos deteriorativos se encuentran restringidos. La incorporación de ácido sórbico es fundamental en este tipo de productos, ya que se sabe que la contaminación del producto fermentado suele ser causada generalmente por levaduras que asimilan el ácido láctico [25]. El desarrollo de los microorganismos acidúricos en los ensilados, entre los cuales se encuentran las bacterias inoculadas por el yogurt (ensilados 1 y 3) presenta valores iniciales de 10^6 UFC/g, los mismos aumentan progresivamente hasta los 15 días alcanzando un nivel de 10^8 UFC/g para los tres ensilados y finalmente van disminuyendo al final del almacenamiento. Este comportamiento es debido principalmente al bajo

TABLA IV
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS ENSILADOS EVALUADOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO
PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF SILAGE IN LIQUID AND DEHYDRATED FORM

Variables	Formulaciones																
	Ensilado 1					Ensilado 2					Ensilado 3						
	0d	1d	7d	13d	15d	0d	1d	7d	13d	15d	0d	1d	7d	13d	15d	30d	60d
pH	5,8	5,7	4,5	4,5	4,6	5,8	5,8	4,4	4,3	4,4	4,5	5,7	4,4	4,2	4,5	4,4	4,4
Acidez	0,6	1,5	2,8	4,0	3,7	0,7	1,5	3,7	4,4	4,4	0,7	1,6	4,1	4,3	4,8	4,9	4,9
NNP	0,4	0,7	0,8	1,0	1,0	0,5	0,9	0,9	1,2	1,2	0,6	0,9	1,0	1,5	1,6	1,7	1,8
AA	8,6	13,7	36,5	18,4	27,6	48,8	11,9	15,2	37,9	20,5	41,2	13,1	11,9	44,1	22,8	40,8	47,7
NBVT	18,3	18,3	25,5	110,2	131,9	172,9	14,4	35,6	133,6	141,8	149,7	15,8	26,4	117,4	131,8	126,8	157,4

Abreviaturas y unidades: Acidez: (Porcentaje de Ac. láctico). NNP: Nitrogeno no proteico (%N). AA: Actividad autolítica (µmol lisina/100g). NBVT: Nitrogeno básico volátil total (mg%).

TABLA V
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LOS ENSILADOS EVALUADOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO
PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF SILAGE DURING STORAGE

Parámetros	Ensilado 1					Ensilado 2					Ensilado 3				
	0 d	15 d	30 d	60 d	100 d	0 d	15 d	30 d	60 d	100 d	0 d	15 d	30 d	60 d	100 d
Coliformes totales	175	< 3	< 3	< 3	118	< 3	< 3	< 3	< 3	17	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales	23	< 3	< 3	< 3	118	< 3	< 3	< 3	< 3	7	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
<i>E. coli</i>	10	< 3	< 3	< 3	24	< 3	< 3	< 3	< 3	4	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Aerobios mesófilos	6,3 x 105	2,6 x 107	1,1 x 107	6,5 x 105	6,2 x 10	2,7 x 107	9,2 x 104	1,5 x 104	7,2 x 105	2,4 x 107	1,3 x 105	8,5 x 103	8,4 x 103	8,4 x 103	2,5 x 105
Acidúricos	8,8 x 10	1,4 x 108	9,4 x 106	9,0 x 105	1,7 x 104	1,6 x 108	2,0 x 105	7,8 x 103	8,4 x 103	8,4 x 103	2,5 x 105	3,4 x 104	< 10 est	< 10 est	< 10 est
<i>S. aureus</i>	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	1,5 x 104	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est
Mohos	2,3 x 10	< 102 est	< 10 est	< 10 est	2,8 x 104	< 102 est	< 10 est	< 102 est	< 102 est	1,5 x 104	< 102 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est
Levaduras	2,1 x 102	< 102 est	< 10 est	< 10 est	2,2 x 103	< 102 est	< 10 est	< 102 est	< 102 est	1,4 x 103	< 102 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est	< 10 est

Unidades: Coliformes totales, fecales y *E. coli*: NMP/g. Aerobios, acidúricos, *S. aureus*, mohos y levaduras: UFC/g.

TABLA VI
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS ENSILADOS EN FORMA LÍQUIDA Y DESHIDRATADA
MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF SILAGE DURING STORAGE

Variables	Materia Prima	Ensilado Líquido			Ensilado deshidratado		
		1	2	3	1	2	3
Humedad (%)	68,4	68,9	65,5	59,7	9,3	7,2	8,7
Proteínas (%)	14,8	12,1	11,9	11,4	41,5	39,7	37,8
Grasa (%)	4,8	9,1	8,2	8,1	7,6	6,7	6,6
Cenizas (%)	8,03	6,8	5,3	5,2	22,5	21,7	20,7
<i>Salmonella</i> spp.					Ausencia		

pH, alta acidez, la incorporación del inóculo (ensilados 1 y 3), actividad enzimática (ensilados 2 y 3), condiciones de anaerobiosis y la presencia de compuestos antibacterianos añadidos o producidas por las bacterias ácido lácticas [2]. Las determinaciones de pH, acidez, recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras demuestran la poca alteración deteriorativa que sufren el producto durante el almacenamiento caracterizándolo como un producto estable no percedero.

La caracterización química de la materia prima de los ensilados líquidos, y deshidratados se muestran en la TABLA VI. Se puede observar, leves pérdidas de cenizas y proteínas, con respecto a la materia prima, así como un aumento en grasa. Se puede observar que los ensilados poseen un alto contenido de proteínas y ausencia de *Salmonella*, variables importantes en el momento de evaluar un producto como materia prima en la elaboración de alimento para animales. Sobre la base de los resultados obtenidos con relación a la composición bromatológica de los ensilados deshidratados, podemos señalar que el producto en estudio se ajusta a los requerimientos nutricionales y energéticos necesarios en la alimentación animal, pudiendo ser utilizado como uno de los ingredientes proteínicos en dietas o formulaciones para animales.

CONCLUSIONES

Las variables físico-químicas y microbiológicas de los desechos de sardinas, presentaron valores adecuados y de calidad sanitaria aceptados para ser utilizados como materia prima en la formulación de ensilados. Por medio de las variables de pH, acidez, NNP, AA y NBVT y desarrollo bacteriano (aerobios mesófilos y microorganismos acidúricos) de los tres ensilados evaluados, se evidencia una buena estabilidad en el tiempo, además se ajusta a los requerimientos nutricionales y energéticos necesarios para introducirlo como fuente de proteína en la alimentación animal.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal del Departamento de Control de Calidad (FLASA-EDIMAR), por el apoyo en los análisis de laboratorio requeridos en esta investigación. Este trabajo corresponde a la contribución

Nº 321, Estación de Investigaciones Marinas de Margarita EDIMAR, Fundación La Salle de Ciencias Naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BELLO, R. Experiencia con ensilado de pescado en Venezuela. 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. Disponible en línea: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/APH134/cap1.htm>. 1994.
- [2] BELLO, R.; CARDILLO, E.; MARTÍNEZ, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado eviscerado. **Arch. Latinoamer. Nutr.** 43(3):221-227. 1993a.
- [3] BELLO, R.; CARDILLO, E.; MARTÍNEZ, R. Estudio del efecto de la adición de frutas tropicales piña (*Ananás comosus*) y lechosa (*Carica papaya*) en la elaboración del ensilado biológico de pescado. **Arch. Latinoamer. Nutr.** 43(3):228-233. 1993b.
- [4] BERENZ, Z. Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. 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. Disponible en línea: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/APH134/cap2.htm>. 1994.
- [5] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1155-79. Alimentos concentrados para animales. Determinación de cenizas. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 6 pp. 1979.
- [6] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1156-79. Alimentos concentrados para animales. Determinación de humedad. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 6 pp. 1979.
- [7] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1162-79. Alimentos concentrados para animales. Determinación de grasa. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 8 pp. 1979.
- [8] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1195-80. Alimentos concentrados para

- animales. Determinación de proteínas. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 11 pp. 1980.
- [9] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1948-82. Pescado y productos marinos. Determinación de nitrógeno básico volátil total. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 8 pp. 1982.
- [10] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 902-87. Alimentos. Métodos para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de petri. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 4 pp. 1987.
- [11] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1291-88. Alimentos. Aislamiento e identificación de *Salmonella*. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 29 pp. 1988.
- [12] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1292-89. Alimentos. Aislamiento y recuento de *Staphylococcus aureus*. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 10 pp. 1989.
- [13] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1337-90. Alimentos. Método para el recuento de mohos y levaduras. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 6 pp. 1990.
- [14] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 3123-94. Alimentos. Recuento de microorganismos acidúricos. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 3 pp. 1994.
- [15] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1104-96. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de *Escherichia coli*. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. 12 pp. 1996
- [16] CONNELL, J. Control of fish quality. Farnham, Surrey. Reino Unido. Fishing News (Books Ltd). 224 pp. 1978.
- [17] CORDOVA, E.; BELLO, R. Obtención de ensilado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. **Arch. Latinoamer. Nutr.** 36(3):522-536. 1990.
- [18] DELGADO, A.; VALLS, J.; GONZÁLEZ, A. Evaluación física y química de la sardina (*Sardinella aurita* V.) durante su almacenamiento en hielo. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XI (1): 22-29 2001.
- [19] GÓMEZ, R. The microbiology of seawater fish. "Microbiología de alimentos". Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela. Venezuela. Caracas. 145 pp. 1974.
- [20] GONZÁLEZ, D. Evaluación física, química y organoléptica de la sardina (*Sardinella aurita*) tipo round durante su almacenamiento congelado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. (Tesis de Maestría). 125 pp. 2001.
- [21] GONZÁLEZ, D.; VALLS, J.; GONZÁLEZ, A. Evaluación física, química y sensorial de tronquitos de sardina (*Sardinella aurita* V.) durante su almacenamiento congelado a -18°C . **Rev. Científ., FCV-LUZ.** XII (4): 278-285. 2002.
- [22] GUEVARA, Y.; BELLO, R.; MONTILLA, 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.
- [23] HUSS, H. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. FAO. Fisheries Technical. Rome. Paper N° 348. 202 pp. 1998.
- [24] INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOOD (ICMSF). **Microorganismos de los alimentos. Métodos de muestreo para análisis microbiológicos: Principios y aplicaciones específicas.** Volumen II. Editorial Acirbia. Zaragoza-España. 99 pp. 1981.
- [25] LINDGREN, S.; PLEJE, M. Silage fermentation of fish or fish waste products with lactic acid bacteria. **J. Sci. Food Agric.** 34: 1057-1067. 1983.
- [26] MARTÍNEZ, R.; CRUZ-PASCUAL, M.; BELLO, R. Elaboración de ensilados biológicos de pescado en Venezuela y España. **Alimentaria.** 221: 43-49. 1991.
- [27] OTTATI, M.; GUTIÉRREZ, M.; BELLO, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. **Arch. Latinoamer. Nutr.** 40(3):408-425. 1990.
- [28] PARIN, M.; ZUGARRAMURDI, A. 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. Disponible en línea: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/APH134/cap4.htm> 1994.
- [29] RODRÍGUEZ, T.; MONTILLA, J.; BELLO, R. Ensilado de pescado a partir de la fauna acompañamiento del camarón. I. Elaboración y evaluación biológica. **Arch. Latinoamer. Nutr.** 40(3): 426-438. 1990a.
- [30] RODRÍGUEZ, T.; MONTILLA, J.; BELLO, R. Ensilado de pescado a partir de la fauna acompañamiento del camarón. II. Prueba de comportamiento en pollos de engorde. **Arch. Latinoamer. Nutr.** 40(4): 548-559. 1990b.
- [31] STANSBURY, M.; HARRISON, R.; DASSON, J. Determining volatile basis in fish. Comparison of precision of certain methods. **Industr. and Engineer. Chemistry.** 16 (9): 593-596. 1944.
- [32] STATISTICAL GRAPHICS CORP. Statgraphics. Analytical software © Plus for Windows 4,0. 1998.