INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número	Páginas	Fecha de aprobación
085	12	20 de Diciembre de 2021

Dirección: DIRECCIÓN DE INFORMACION, OPERACIÓN Y TECNOLOGIA

Programa / Gabinete: Tecnología, valoración e innovación de productos pesqueros

Actividad:

VALORIZACIÓN DE DESECHOS DE JUREL (*Trachurus lathami*). OBTENCIÓN DE ENSILADOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICO.

Se elaboraron dos ensilados biológicos y uno químico a partir de desechos del jurel (*Trachurus lathami*), con el objetivo de evaluar alternativas tecnológicas para su aprovechamiento y revalorizar los residuos. El ensilado químico (Q) se realizó con ácido fórmico y los ensilados biológicos (S y L) utilizando dos inóculos microbianos comerciales agrícolas: SILOTRAP (*L. plantarum*), y LALSIL CL (*L. plantarum* y *Pediococcus acidilactici*); además de azúcar como fuente de hidratos de carbono y ácido sórbico como antimicótico. En los tres ensilados se agregó además, butil hidroxitolueno (BHT) como antioxidante. Se analizó la composición nutricional de la materia prima y de los tres ensilados; proteínas, cenizas, grasas y humedad se determinaron según AOAC; los lípidos totales se extrajeron en frío y los ácidos grasos (AG) por cromatografía gaseosa. Como parámetros de calidad se determinó nitrógeno básico volátil total, oxidación lipídica y calidad microbiológica. En cuanto a la composición nutricional, no se hallaron diferencias significativas entre los ensilados biológicos (S y L), siendo el contenido de proteínas (en promedio) de 13,33% y el de grasas de 3,50%; mientras que el ensilado Q presentó 15,10% de proteínas y 5,16% de grasas. Los ensilados obtenidos presentaron un comportamiento similar en cuanto a sus características organolépticas, composición nutricional y calidad. En los tres ensilados (Q, S y L) de jurel se halló mayor cantidad de AG insaturados que saturados. Los AG de mayor concentración fueron el palmítico y el oleico; en relación con los de la serie linolénica (n-3), se identificaron y cuantificaron los AG eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA). En función de los resultados observados, se concluye que las tres formulaciones empleadas en la elaboración de los ensilados de jurel, bajo las condiciones de trabajo descriptas, permiten elaborar productos con valor agregado que podrían utilizarse como componente de piensos para animales.

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

	Institución	Cargo
SOLICITADO POR		

PREPARADO POR	**APROBADO POR**
Firma: Nombre: FERNÁNDEZ HERRERO, ADRIANA	Jefe de Programa / Gabinete
Firma: Nombre: VITTONE, MARINA DEL CARMEN	Director de área
Firma: Nombre: FERNANDEZ COMPAS, ANDREA	Dra. CLAUDIA RAQUEL CAROZZA DIRECCIÓN NACIONAL INVESTIGACIÓN INIDEP Director Nacional de Investigación
	Director del INIDEP

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

VALORIZACIÓN DE DESECHOS DE JUREL (*Trachurus lathami*). OBTENCIÓN DE ENSILADOS BIOLÓGICOS Y QUÍMICO.

Fernández Herrero, A.; Vittone, M. y Fernández Compás, A.

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

COPIA ELECTRONICA INIDEP

INTRODUCCIÓN

El jurel o surel, *Trachurus lathami* es una especie pelágica distribuida en el Océano Atlántico, desde los 43ºN en Estados Unidos hasta los 41ºS en Argentina. En el sur de Brasil se hallan las mayores concentraciones de jurel, siendo un recurso pesquero importante junto con otras especies pelágicas como la *Sardinella brasiliensis* y *Opisthonema oglinum* (Ruas y Vaz-dos-Santos, 2017). En Argentina su captura es incidental como fauna acompañante de caballa y anchoíta (Cousseau y Perrotta, 2013).

Actualmente se están realizando estudios para impulsar el aprovechamiento integral de este recurso, desde el conocimiento de sus características nutricionales para el desarrollo de nuevos productos con destino al consumo humano directo y para la obtención de otros productos de valor agregado (Lamas y Massa. 2019; Mitton *et al*. 2020).

En general, durante el procesamiento del pescado para la elaboración de productos para consumo humano (filete, conservas, etc.) se generan residuos, constituidos principalmente por cabezas y vísceras, junto a ejemplares de tallas o calidades inadecuadas para ser comercializados, que contienen proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y otros compuestos que pueden ser revalorizados mediante la aplicación de procesos tecnológicos apropiados. Una alternativa relativamente fácil para su aprovechamiento, de bajo costo, y que puede adaptarse a distintos volúmenes de producción es la obtención de ensilado. El ensilado de pescado es un proceso que se puede realizar por acidificación directa del mismo, con ácidos orgánicos o inorgánicos (ensilado químico), o por fermentación microbiana (ensilado biológico). En este último, se requiere una fuente de carbohidratos para producir ácido láctico in situ; de esta manera el pH desciende y se estabiliza a valores cercanos a 4. Los bajos valores de pH activan las enzimas autolíticas (principalmente proteolíticas) que hidrolizan las proteínas del pescado al tiempo que inhiben el desarrollo de bacterias deteriorantes y patógenas, confiriéndole al producto una conservación prolongada en el tiempo, a temperatura ambiente.

El ensilado de pescado es un producto semilíquido pastoso que presenta potenciales aplicaciones como insumo en la alimentación animal (porcinos, bovinos, aves, peces y crustáceos), siendo excelente fuente de proteínas de alta calidad y de gran digestibilidad. Además, el ensilado biológico de pescado presenta beneficios antibacterianos, antioxidantes y es una fuente posible de probióticos (Özyurt *et al*. 2017; Ramírez Ramírez *et al*. 2018).

Según la National Research Council (NRC 1993), la composición química es uno de los indicadores fundamentales para evaluar el valor nutricional de ingredientes y dietas. El primer factor a considerar para cubrir los requerimientos nutricionales de una especie es la proteína, ya que ésta interviene en el mantenimiento, crecimiento, reproducción y renovación de tejidos. Trabajos previos realizados por Fernández Herrero (2018) señalan que los ensilados de residuos de pescado presentan altos niveles de proteínas (mayor al 60 % de materia seca) con una calidad nutricional acorde a los requerimientos de aminoácidos que estableció la NRC (1993) para tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, especie ampliamente cultivada a nivel mundial. Por otro lado, los lípidos de origen marino son valiosos productos con gran aplicación nutricional por su alto contenido de ácidos grasos omega-3 de cadena larga. En los peces, las grasas son la principal fuente de energía para su crecimiento; y son esenciales para su desarrollo neural, por lo que es

común que en su cerebro y retina se encuentren altas concentraciones de ácido docosahexaenoico (DHA) (Castro González *et al*. 2013).

Con el objetivo de evaluar alternativas tecnológicas para el aprovechamiento comercial de *Trachurus lathami* y revalorizar los residuos que se originarán en el procesamiento, se realizó un ensilado químico (Q) con ácido fórmico y ensilados biológicos utilizando dos inóculos microbianos comerciales (S) SILOTRAP (*L. plantarum)* y (L) LALSIL CL (*L. plantarum* y *Pediococcus acidilactici*). Se analizó la composición nutricional (proteínas, hidratos de carbono, lípidos y ácidos grasos) y, cómo parámetros de calidad se determinó nitrógeno básico volátil total, oxidación lipídica y calidad microbiológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó como materia prima (MP), desechos de jurel, constituidos principalmente por cabezas y vísceras. Los mismos se obtuvieron a partir del proceso de “descabezado y eviscerado” realizado manualmente (Figura 1). Luego, los desechos de jurel se trituraron en una picadora de carne marca FREIRE con una placa perforada (orificios de 4 mm) y se homogeneizaron hasta formar una pasta.

a b c

Figura 1. Secuencia del descabezado y eviscerado del Jurel (*Trachurus lathami*)

En la preparación del ensilado ácido (Q) se utilizó como acidificante orgánico ácido fórmico (85%) y, en los ensilados biológicos se trabajó con dos inóculos comerciales: (S) - SILOTRAP que contiene *Lactobacillus plantarum*, concentración mínima de 5 x 10^9 UFC/g (de la firma NITRAP®) y, (L) - LALSIL CL, contiene *Lactobacillus plantarum* y *Pediococcus acidilactici*, concentración mínima: 5 x 10^9 UFC/g y 1,5 x 10^9 UFC/g, respectivamente (de la firma Lallemand Brasil Ltda). Se empleó azúcar de caña como fuente de hidratos de carbono; ácido sórbico como antimicótico y butil hidroxitolueno (BHT) como antioxidante. Para la preparación de los inóculos microbianos: se diluyó 0,2 g de cada inóculo comercial (SILOTRAP o LALSIL) en 100 ml de solución fisiológica estéril y se mantuvo a temperatura ambiente durante 48 horas, de acuerdo a Fernández Herrero *et al.* (2017a).

Preparación de los ensilados biológicos y químico

Para la elaboración de los ensilados biológicos (S: SILOTRAP y L: LALSIL) y químico (Q), se mezclan los ingredientes de acuerdo a la Tabla 1 durante 2-3 minutos a temperatura ambiente hasta lograr una masa homogénea.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 1. Preparación de los ensilados de jurel: químico (Q) y biológicos (S y L).

	Ensilados		
	Químico	**Biológicos**	
	Q	S	L
Materia Prima (MP)	450 g	450 g	450 g
Azúcar	-	45 g	45 g
Ácido sórbico	-	1,125 g	1,125 g
BHT	0,09 g	0,09 g	0,09 g
Inóculo SILOTRAP	-	22,5 ml	-
Inóculo LALSIL	-	-	22,5 ml
Ácido fórmico	13,5 ml	-	-

Luego, las mezclas de cada ensilado, se trasvasaron a recipientes de vidrio de 2 kg de capacidad con tapa a rosca y se mantuvieron a temperatura ambiente (20-22ºC) durante 20 días. Periódicamente, con la finalidad de lograr una acidificación homogénea, cada ensilado se mezcló en forma manual con espátula y se midió el pH (con varillas de pH rango 3,5 – 7,0 Merck). Las experiencias se realizaron por triplicado.

Análisis bioquímicos

Se realizaron análisis químicos de MP y ensilados (Q, S y L); el contenido de proteínas se determinó por el método Kjeldahl (utilizando el factor de conversión 6,25), el contenido de agua y de cenizas según AOAC (1995); el extracto etéreo por el método Randall (1974); hidratos de carbono (HC) por el método de Clegg (1956) y; los lípidos totales se determinaron por el método de Bligh y Dyer (1959). Todas las determinaciones se hicieron por duplicado y los resultados se expresaron como porcentaje.

Análisis de ácidos grasos

Para determinar el perfil de ácidos grasos (AG) en los ensilados, se realizó la transesterificación de acuerdo con el método rápido de la norma ISO 12966:2.2011 (con modificaciones) con isooctano e hidróxido de potasio en metanol 2 mol/L. Los ésteres metílicos de los AG fueron separados e identificados en un cromatógrafo gaseoso (Shimadzu® GC-2010) equipado con inyector automático (Shimadzu AOC-20i) y detector FID. Se utilizó una columna capilar Supelco® Omegawax 320 (30m x 0,32 mm x 0,25 µm) y helio 5,0 como gas portador. Para identificar los AG, se emplearon estándares comerciales (AccuStandard® FAMQ-005 + Supelco® PUFA Nº1 Marine Source). Los resultados se expresaron en forma cualitativa por el método de normalización de área corregida (porcentaje del área de cada AG detectado en relación a la sumatoria de las áreas de todos los AG detectados).

Evaluación de la calidad

Para la evaluación de la calidad de la MP y los ensilados (S, L y Q), se determinó el nitrógeno básico volátil total (NBVT) de acuerdo a CEE/149/95 (Consejo de Comunidad Económica Europea); se valoró el grado de oxidación de los lípidos por el método del ácido tiobarbitúrico (TBAR) de acuerdo a Tironi (2005), mientras que para la calidad microbiológica se determinó: aerobios mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, hongos totales, levaduras totales y

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Salmonella spp de acuerdo a protocolos del Bacteriologycal Analitical Manual (BAM, FDA.1998) y Normas ISO 4832:2006.

Análisis estadísticos

Todos los análisis se realizaron por duplicado, se expresaron como el valor medio y la desviación estándar. La diferencia entre los valores fue evaluada mediante el test de Duncan, y se consideró significativa con un valor P del 5%. Para el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat (http://www.infostat.com.ar/, Versión 2018; actualizada 20/09/2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

El pH se estabilizó a los 13 días en 4,5 en el ensilado químico y el biológico con SILOTRAP y, en el ensilado biológico con LALSIL en 4,0, manteniendo esos valores hasta el día 20 del ensayo. Similares comportamientos se hallaron en trabajos previos de Fernández Herrero *et al.* (2017a; 2018 y 2019) en ensilado químico de merluza (*Merluccius hubbsi*); y en ensilados biológicos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y mero (*Acanthistius patachonicus*) utilizando como inóculo SILOTRAP.

En general, la composición química de los ensilados de pescado es semejante a la MP de la cual procede, si bien varía dependiendo de la parte utilizada: pescado entero, residuos o sólo las vísceras, además del tipo de ensilado químico o biológico (Fernández Herrero. 2021). En la Tabla 2, se presentan los valores de la composición química de la MP y los ensilados químicos y biológicos. Los resultados no mostraron diferencias significativas en el contenido de proteínas entre los ensilados y MP, en cambio se hallaron diferencias entre los ensilados biológicos y el químico, siendo mayor el porcentaje proteico en el ensilado químico. Con respecto al contenido graso, se hallaron diferencias significativas entre los ensilados biológicos y el químico, a su vez también hay diferencias entre los ensilados y MP, hallándose el menor contenido de grasa en los ensilados biológicos. En cuanto a los hidratos de carbono, no fue detectado en la MP y en el ensilado químico, mientras que en los ensilados biológicos se hallaron valores superiores al 2% que se asocian al sustrato (azúcar de caña) incorporado en el proceso de elaboración para lograr la acidificación del medio por acción de bacterias ácido lácticas inoculadas.

Los valores de proteínas y lípidos hallados en el ensilado químico de jurel son similares a los obtenidos por Yupanqui (2013) para ensilado químico de residuos del fileteado de especies del mismo género *Trachurus murphy* (cabeza, vísceras, piel, espinazo, cola y sangre); por otro lado, el valor de ceniza fue mayor en los tres ensilados del presente trabajo lo que podría asociarse a la alta presencia de estructuras óseas (cabezas).

Tabla 2. Composición química de MP y ensilados de jurel (Q, S y L). Cada valor es el promedio de los duplicados ± desviación estándar.

Análisis	MP	Ensilados		
		Químico	Biológicos	
		Q	S	L
Proteínas (%)	14,49 ± 1,65 [a b]	15,10 ± 1,19 [b]	13,33 ± 0,36 [a]	13,34 ± 0,20 [a]
Extracto etéreo (%)	6,80 ± 0,43 [c]	5,16 ± 0,44 [b]	3,60 ± 0,09 [a]	3,40 ± 0,27 [a]
Cenizas (%)	4,77 ± 0,30 [b]	4,79 ± 0,36 [b]	4,26 ± 0,18 [a]	4,35 ± 0,23 [a]
Hidratos de carbono	-	-	2,34 ± 1,45 [a]	2,63 ± 1,15 [a]

COPIA ELECTRONICA INIDEP

(%)				
Humedad (%)	73,10 ± 0,91[b]	73,95 ± 0,57 [c]	69,40 ± 0,53 [a]	69,56 ± 0,53 [a]

Los valores promedio seguidos de letras iguales en la misma fila indican que no hay diferencias significativas según el test de Duncan (p>0,05).

Composición de ácidos grasos

La tabla 3 muestra el porcentaje de AG en los ensilados de jurel (en promedio). Se halló: entre los saturados (AGS) al palmítico como el predominante, seguido por el esteárico; entre los monoinsaturados (AGMI) el oleico fue el más abundante y; dentro los poliinsaturados (AGPI) se identificaron y cuantificaron AG de la familia omega-3, dentro de los cuales se destacan el eicosapentaenoico (EPA) y, el docosahexaenoico (DHA). Los valores de los AG hallados en los ensilados son similares entre sí y a los reportados por Martínez Gil (2009) para el contenido de AG en músculo de jurel y Mitton *et al* (2020) para tronco de jurel.

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) en los ensilados de jurel (Q, S, y L)

Ácidos grasos	**Ensilados**		
	Químico	**Biológicos**	
	Q	**S**	**L**
C14:0	5,27 [a]	5,60 [b]	5,65 [b]
C15:0	0,77 [a]	0,85 [b]	0,85 [b]
C16:0	21,83 [a]	22,54 [a]	22,46 [a]
C17:0	0,91 [a]	1,02 [b]	1,01 [b]
C18:0	5,76 [a]	6,09 [a]	6,11 [a]
C20:0	0,36 [a]	0,41 [b]	0,41 [b]
C21:0	0,58 [a]	0,53 [ab]	0,48 [b]
C22:0	0,18 [a]	0,25 [b]	0,22 [c]
C23:0	0,31 [a]	0,28 [a]	0,28 [a]
C24:0	0,20 [a]	0,19 [ab]	0,17 [b]
∑AGS	**36,19**	**37,76**	**37,65**
C14:1	0,26 [a]	0,29 [b]	0,28 [b]
C16:1	5,03 [a]	5,09 [a]	5,24 [a]
C17:1	0,17 [a]	0,14 [a]	0,19 [a]
C18:1n9	12,64 [a]	12,28 [a]	12,37 [a]
C18:1n7	1,90 [a]	1,93 [a]	1,97 [a]
C20:1n9	2,74 [a]	2,93 [b]	2,97 [b]
C22:1n11	5,51 [a]	5,99 [b]	6,09 [b]
C22:1n9	0,13 [a]	0,50 [b]	0,51 [b]
C24:1	2,38 [a]	2,89 [b]	2,81 [b]
∑AGMI	**30,76**	**32,04**	**32,43**
C18:2n6 c	1,07 [a]	1,09 [a]	1,08 [a]
C18:2n6 t	0,12 [a]	0,13 [a]	0,13 [a]
C18:3n6	0,44 [a]	0,43 [a]	0,34 [a]
C18:3n3	0,79 [a]	0,80 [a]	0,79 [a]
C18:4n3	1,40 [a]	1,33 [a]	1,33 [a]
C20:4n6	0,14 [a]	0,27 [a]	0,14 [a]
C20:3n3	0,53 [a]	0,53 [a]	0,50 [a]

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

C20:5n3	5,66 [a]	4,79 [a]	4,85 [a]
C22:2n6	0,37 [a]	0,33 [a]	0,37 [a]
C22:5n3	1,74 [a]	1,50 [a]	1,52 [a]
C22:6n3	14,72 [a]	12,36 [a]	12,28 [a]
∑AGPI	**26,99**	**23,56**	**23,34**
EPA/DHA	0,38	0,39	0,39

Los valores promedio seguidos de letras iguales en la misma fila indican que no hay diferencias significativas según el test de Duncan (p>0,05).

En los ensilados de jurel se halló mayor cantidad de AG insaturados que saturados, resultados que coinciden con trabajos previos de Fernández Herrero *et al.* (2017 b,c) en ensilados biológico y químico de merluza (*Merluccius hubbsi*). La relación EPA/DHA fue menor que la unidad en los tres ensilados, mostrando el potencial de los mismos como fuente de DHA, a su vez fueron mayores a los encontrados en ensilados químicos y biológicos de *Merluccius hubbsi* y *Acanthistius patachonicus* (Fernández Herrero, 2021). Nutricionalmente, el EPA y el DHA se consideran esenciales en las dietas para peces marinos, para su normal crecimiento y supervivencia (Borghesi *et al*. 2008)

Evaluación de la calidad

La determinación del nitrógeno básico volátil total (NBVT), que incluye todas aquellas bases nitrogenadas volátiles como son la trimetilamina (producida por el deterioro bacteriano), dimetilamina (producida por enzimas autolíticas en la etapa de almacenamiento en congelación), amoníaco (producido por desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos) y otros compuestos nitrogenados volátiles (aminoácidos libres, dipéptidos, compuestos de guanidina y urea) que se asocian con el deterioro de los productos pesqueros, es una de las pruebas analíticas más ampliamente utilizadas para evaluar el grado de frescura del pescado y los productos derivados (Huss,1998).

En el ensilado de pescado, el aumento del nitrógeno está relacionado con la autólisis de las proteínas, ya que a medida que las enzimas las degradan, facilitan posteriormente la acción bacteriana. A menor contenido de nitrógeno en un ensilado, éste será de mayor calidad (Belli Contreras, 2009). Para residuos de origen acuático, Argentina no cuenta con normas que establezcan valores permitidos de NBVT y, debido a que los ensilados suelen utilizarse como insumo en alimentos balanceados se han tomado como referencia los valores para harina de pescado que, según Belli Contreras (2009), se clasifican en: buenas 115-117 mg N/100g, contaminada 450-500 mg N/100g y muy contaminada 1100 mg N/100g.

La MP utilizada para la elaboración de los ensilados presentó un valor de 24,34 ± 0,75 mg N/100g lo que indica buena calidad, según el límite máximo establecido por el Código Alimentario Argentino es de 30 mg N/100 g (Tabla 4). Después de 20 días de incubación, el ensilado químico presentó el menor valor de NBVT; mientras que los ensilados biológicos llegaron a valores marcadamente más altos (Tabla 4). En trabajos previos Fernández Herrero *et al.* (2013, 2015a y 2018), se hallaron valores de NBVT en ensilado biológico de anchoíta entre 188,6 - 250,20 mg N/100g y valores alrededor de 100 mg N/100g en ensilado químico de merluza *(M. hubbsi).* Por su parte Cordova *et al.* (1990) hallaron valores máximos de 123,35 mg N/100g en ensilado biológico de *Trachurus lathami* a los 7 días de almacenamiento y González *et al* (2005) a los 60 días obtuvieron valores entre 172,9 – 157,4 mg N/100g en ensilado biológico de *Sardinella aurita*.

Para estimar como se degradan los lípidos durante el proceso fermentativo, se determinó el valor de TBAR (Tabla 4). En este estudio, el valor inicial hallado para la MP fue de 1,11 ± 0,18 mg MDA/kg, el cual es menor a 5 mg MDA/kg, lo que indica buena calidad del músculo de pescado (Osorio Contreras, 2014; Rodríguez y Rojas, 2014). En los ensilados, los valores hallados son bajos teniendo en cuenta que, para una harina de pescado, el valor de TBAR puede considerarse normal hasta 8 mg MDA/kg y altamente oxidado a partir de 15 mg MDA/kg (Cruz Suárez *et al*. 2000).

COPIA ELECTRONICA INIDEP

Tabla 4. Parámetros de calidad de MP y ensilados de jurel (Q, S y L). Cada valor es el promedio de los duplicados ± desviación estándar.

Análisis	MP	Ensilados		
		Químico	Biológicos	
		Q	S	L
NBVT (mg N/100 g)	24,34 ± 0,75	74,11 ± 1,12	181,62 ± 14,24 c	212,80 ± 11,71 d
TBAR (mg MDA/kg)	1,11 ± 0,18	2,65 ± 0,80	0,83 ± 0,12	2,78 ± 0,09

Los análisis microbiológicos permitieron evaluar la inocuidad de los ensilados obtenidos. Es importante señalar que Argentina no cuenta con normas que establezcan valores permitidos de microorganismos en residuos de origen acuático; por su parte, Bello (1994) y Huss (1998) consideran aceptables valores por debajo de 5 x 10^5 UFC/g de coliformes y la ausencia de Salmonella *spp.* en productos para la alimentación animal. A partir de trabajos previos de Fernández Herrero *et al.* (2017c) se toman como aceptables valores inferiores a 5 x 10^5 UFC/ g para bacterias aerobias mesófilas totales en ensilados de pescado de acuerdo a International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF.1986). Para hongos y levaduras el rango permitido es entre 0,05 x 10^5 y 1 x 10^5 UFC/g, de acuerdo a la normativa del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA.1999) para alimentos de animales.

La MP y el ensilado químico presentaron valores de bacterias mesófilas (Tabla 5), por debajo del límite máximo de 5 x 10^5 UFC/g. Estos resultados son similares a los encontrados en ensilados químicos de mero y merluza (Fernández Herrero *et al*. 2017c y 2018). En los ensilados biológicos se observó un incremento en los aerobios mesófilos (>10^8), este aumento se atribuye a las bacterias ácido-lácticas inoculadas. Spanopoulos Hernández *et al.* (2010) hallaron a las 96 horas, valores de 1,22 10^8 UFC/g de bacterias mesófilas aerobias en ensilado de atún y 5,3 10^8 UFC/g en ensilado de tilapia; mientras que Fernández Herrero *et al.* (2015b, 2016 y 2019) en ensilados biológicos encontraron valores menores a 5 x 10^5 UFC/g en ensilados de corvina rubia y de mero, hasta 26 x 10^8 UFC/g en ensilado de merluza. Respecto a la calidad microbiológica, no se detectaron coliformes fecales ni *Salmonella spp*. en ninguna de las muestras analizadas. En los ensilados, los microorganismos patógenos tales como coliformes y salmonellas fueron inhibidos debido fundamentalmente al bajo valor de pH, logrado por la incorporación del ácido fórmico en el caso del ensilado químico y, la producción de ácido láctico en los ensilados biológicos. Por otro lado, la incorporación del ácido sórbico en los ensilados biológicos, es fundamental para inhibir la proliferación de mohos y levaduras, ya que se sabe que la contaminación del producto fermentado suele ser causada generalmente por levaduras que asimilan el ácido láctico (Lindgren y Pleje, 1983).

Tabla 5. Recuentos microbiológicos de MP y ensilados de jurel (Q; S y L)

Análisis microbiológicos	MP	Ensilados		
		Químico	Biológicos	
		Q	S	L
Recuento de BMHT (ufc/g)	2500	< 10^1	>10^8	>10^8
Recuento de BCT (ufc/g)	95	< 10^1	< 10^1 -150	< 10^1
Presencia de BCTT / *E. coli* en 1g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Presencia de *Salmonella spp*. en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Recuento de M y L (ufc/g)	< 10^1	< 10^1	< 10^1	< 10^1

COPIA ELECTRONICA INIDEP

CONCLUSIONES

Los ensilados químicos y biológicos obtenidos, como alternativas tecnológicas para el aprovechamiento comercial de desechos de jurel (*Trachurus lathami),* presentaron un comportamiento similar en cuanto a su calidad y composición nutricional. Estos productos poseen un gran potencial como ingredientes proteicos en alimentos balanceados para animales de cría, siendo además una interesante fuente de ácidos grasos Omega – 3, esenciales para dietas de peces, por lo cual su aplicación en acuicultura sería interesante.

Agradecimientos: Los autores agradecen al Gabinete de Biología Molecular y Microbiología por los análisis microbiológicos y al Gabinete de Muestreo de Desembarque del INIDEP por la provisión de los ejemplares de jurel.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST).1995. Official methods of analysis of AOAC International. 16 th Edition. (Ed.) P. A. Cunniff. Arlington, Virginia. USA.

BAM (Bacteriological Analytical Manual) 8th edition, FDA (Food and Drug Administration). Revisión 1998. Published AOAC International. USA.

BELLI CONTRERAS J E. 2009. Estabilidad aeróbica y día óptimo de uso del ensilado biológico de pescado para la alimentación animal. (Tesis Veterinario). Veracruz, México. FMVZ, Universidad Veracruzana. 99 pp.

BELLO, R. 1994. 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.

BLIGH E G, DYER W J. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911 - 917.

BORGHESI R, FERRAZ ARRUDA l, OETTERER m. 2008. Fatty acid composition of acid, biological and enzymatic fish silage. B. CEPPA, Curitiba v. 26, n. 2, p. 205-212,

CASTRO GONZÁLEZ M A, MAAFS RODRÍGUEZ A G, GALINDO GÓMEZ C. 2013.Perfil de ácidos grasos de diversas especies de pescados consumidos en México. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 61 (4): 1981-1998, December 2013.

CEE /149/95. Consejo de Comunidad Económica Europea. 1995. Establecimiento de valores límites de nitrógeno básico volátil total NBVT de determinadas categorías de productos pesqueros y los métodos de análisis que deben utilizarse. Diario Oficial N° L097 del 29/04/1995: 84 - 87.

CLEGG K M.1956. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. J. Sci. Food Agric. 7: 40 - 44.

CORDOVA E, MARMOL C, MIRANDA L, NAVARRETE J A, REYES, G. 1990. Ensilado Biológico de pescado. En: Curso regional sobre tecnología de productos pesqueros. FAO / PROGRAMA DE COOPERACION GUBERNAMENTAL. Caracas, Venezuela. 18 de junio – 13 de julio de 1990.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

COUSSEAU M B, PERROTTA R G. 2013. Peces marinos de Argentina: biología, distribución, pesca. 4a. ed. Mar del Plata. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 193 pp.

CRUZ SUÁREZ L E, RICQUE MARIE D, NIETO LÓPEZ M, TAPÍA SALAZAR M. 2000. Revisión sobre calidad de harinas y aceites de pescado para la nutrición del camarón. En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque- Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México. pp 298-326.

FERNÁNDEZ HERRERO A. 2021. Ensilados químicos y biológicos. Una alternativa para el uso integral y sustentable de los desechos pesqueros en Argentina. Mar Fish Sci [Internet]. 2021Jul.1 [citado 2021Jul.29]; 34 (2): 235-62. Disponible en: https://ojs.inidep.edu.ar/index.php/mafis/article/view/166

FERNÁNDEZ HERRERO A, MACCHIAVELLO D G, SALOMONE A. 2019. Elaboración de ensilado biológico de residuos de mero (*Acanthisthius patachonicus*) utilizando inóculo agrícola. En: Rey-Méndez M., Fernández Casal J., Guerra A., Lastres M.A., Padín X.A., Lodeiros C. (Eds.). Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal. 21: 363-371.

FERNÁNDEZ HERRERO A, VITTONE M, FERNÁNDEZ COMPÁS A. 2018. Aspectos nutricionales de ensilados químicos de merluza (*Merluccius hubbsi*). Inf Invest INIDEP N° 080/2018. Mar del Plata. 11 pp.

FERNÁNDEZ HERRERO A, FERNÁNDEZ COMPÁS A, SALOMONE A, VITTONE, M. 2017a. Utilización de inóculo comercial para la producción de ensilado de pescado. Vol. 18. Nº 9. REDVET- Rev. Electrón. Vet. - ISSN 1695-7504.

FERNÁNDEZ HERRERO A, VITTONE M, SALOMONE A. 2017b. Obtención y caracterización de ensilado biológico de residuos de *Merluccius hubbsi*. Inf Ases Transf INIDEP Nº 88/2017. 7 pp.

FERNÁNDEZ HERRERO A, VITTONE M, SALOMONE A, FERNÁNDEZ COMPÁS A. 2017c. Obtención y caracterización de ensilado químico de residuos de *Merluccius hubbsi* con ácido fórmico. Inf Ases Transf INIDEP Nº 91/2017. 7 pp.

FERNÁNDEZ HERRERO A, FERNÁNDEZ COMPÁS A, SALOMONE A, VITTONE M, MANCA E 2016. Fermentación láctica del residuo de *Merluccius hubbsi.* Evaluación de la calidad nutricional. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Vol. 17 Nº 7. ISSN 1695-7504.

FERNÁNDEZ HERRERO A, FERNÁNDEZ COMPÁS A, MANCA E. 2015 a. Ensayo preliminar de obtención de Ensilado Biológico de anchoita (*Engraulis anchoita*), utilizando hez de malta de cebada (*Hordeum vulgare L*) como fuente de hidratos de carbono. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Vol. 16. N°3. ISSN 1695-7504.

FERNÁNDEZ HERRERO A, VITTONE M, FERNÁNDEZ COMPÁS A. 2015b. Aspectos nutricionales del ensilado de residuos de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) obtenido por fermentación láctica. Inf Invest INIDEP N° 106/2015. Mar del Plata. 11 pp.

FERNÁNDEZ HERRERO A, TABERA A, AGÜERIA D, MANCA E. 2013. Obtención, caracterización microbiológica y físico-química de ensilado biológico de anchoíta (*Engraulis anchoita*). REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Vol.14 Nº 2 ISSN 1695-7504.

GONZÁLEZ D, MARÍN M. 2005. Obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. Revista Científica, FCV-LUZ/ Vol. XV, Nº 6, 560-567.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

HUSS HH (ED.). 1998. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. En: FAO Documento Técnico de Pesca 348 / FAO, Rome (Italy). 202 p.

ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. 1999. Alimentos para animales: parámetros microbiológicos. Bogotá. 1-3.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods). 1986. Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications. 2nd Ed.: 181 - 193.

ISO 12966:2. 2011. Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids.
ISO 4832. 2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of coliforms. Colony-count technique. 6 pp.

LAMAS D, MASSA A. 2019. Valoración de residuos del procesamiento de surel (*Trachurus lathami*) como Fuente de proteasas alcalinas. Libro de resúmenes XXI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos, pp.209-210. ISBN 978-987-22165-9-7.

LINDGREN S, PLEJE M. 1983. Silage fermentation of fish or fish waste products with lactic acid bacteria. J. Sci. Food Agric. 34: 1057-1067.
MARTÍNEZ GIL R M. 2009. Perfil de ácidos grasos de peces marinos comerciales de las familias: Carangidae (*Trachurus lathami*); Clupeidae (*Sardinella aurita*, *Harengula clupeola*, *Ophisthonema oglinum*); MUGILIDAE (*Mugil liza*) y Sciaenidae (*Cynoscion leiarchus*, *Micropogonias furnieri*). (Tesis de Licenciatura). Univ.de Oriente. Escuela de Ciencias. Departamento de Biología. Cumaná. Venezuela. 60 pp.

MITTON F, VITTONE M, TEMPERONI B, MASSA A. 2020. Caracterización nutricional del surel (*Trachurus lathami*) para su aprovechamiento en la industria pesquera. Inf. Inv. INIDEP N°067/2020. 10 pp.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington, D.C. 115 pp.

OSORIO CONTRERAS M A. 2014. Producción de harinas obtenidas a partir de coproductos de la industria del fileteado del pescado en Colombia. Tesis Maestría. Univ. Nac. de Colombia. Fac. de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Depto. Producción Animal. Bogotá, Colombia. 123 pp.

ÖZYURT G, ÖZKÜTÜK A, BOĞA M, DURMUŞ M, BOĞA EK. 2017. Biotransformation of Seafood Processing Wastes Fermented with Natural Lactic Acid Bacteria; The Quality of Fermented Products and Their Use in Animal Feeding. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 17: 543-555.

RAMÍREZ RAMÍREZ J C, GUTIÉRREZ R, ULLOA J A, ROSAS P, TORRES G, BAUTISTA P U. 2018. Utilization of fish and mango wastes on biological silage production. Current Research in Agricultural Sciences. 5(1):6-14.

RANDALL E L. 1974. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 57, 1165–1168.

RODRIGUEZ P H, ROJAS M S. 2014. Efecto de dietas enriquecidas con vitamina e y selenio orgánico en el comportamiento productivo y calidad funcional del filete de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Rev. Investig. Vet. Perú. Vol 25 (2): 213-225.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

RUAS L C, VAZ-DOS-SANTOS A M. 2017. Age structure and growth of the rough scad, *Trachurus lathami* (Teleostei: Carangidae), in the Southeastern Brazilian Bight. ZOOLOGIA 34: e20475. ISSN 1984-4689.

SPANOPOULOS HERNÁNDEZ M, PONCE PALAFOX J T, BARBA QUINTERO G, RUELAS INZUNZA J R, TIZNADO CONTRERAS M R., HERNÁNDEZ GONZÁLEZ C, SHIRAI K. 2010. Producción de Ensilados Biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de Atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de Tilapia (*Oreochromis sp*), para la alimentación de especies acuícolas. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol 9 (2): 167-178.

TIRONI V. 2005. Rancidez oxidativa en salmón de mar (*Pseudopercis semifasciata*). Interacción lípidos oxidados-proteínas. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 288 pp.

YUPANQUI PAJUELO MG. 2013. Reciclaje de los residuos industriales del Jurel por medio de las Técnicas de hidrólisis (tesis ingeniería). Trujillo: Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Trujillo. 110 p.

COPIA ELECTRÓNICA INDEP