

ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DE PESO DE LA ANCHOVETA PERUANA *Engraulis ringens* EN CRUCEROS DE EVALUACIÓN DE RECURSOS PELÁGICOS

ESTIMATE OF WEIGHT LOSS FOR ANCHOVETA *Engraulis ringens* IN RESEARCH CRUISES

Manuel Ochoa Madrid¹

Pablo Marín Abanto

Marilu Bouchon Corrales

RESUMEN

OCHOA M, MARÍN P, BOUCHON M. 2020. Estimación de la pérdida de peso de la anchoveta peruana *Engraulis ringens* en cruceros de evaluación de recursos pelágicos. *Bol Inst Mar Perú*. 35(2): 177-184.- Se estimó la pérdida de peso de la anchoveta en análisis experimentales efectuados durante los Cruceros de Evaluación de Recursos Pelágicos de primavera 2018 y verano 2019, realizados por el Instituto del Mar del Perú. Los resultados del Crucero de primavera 2018 mostraron que al cabo de 10 horas la anchoveta perdió 8,5% de peso corporal, mientras que del Crucero de verano 2019 fue 22%. A medida que transcurrieron las horas, el porcentaje de pérdida de peso incrementó linealmente. Así mismo, el porcentaje de pérdida de peso fue acelerado durante el Crucero de verano 2019 lo que estuvo asociado a la alta incidencia de juveniles, al mayor factor de condición y las condiciones ambientales cálidas. Es necesario implementar la metodología de estimación de pérdida de peso a bordo de la flota industrial de cerco durante la temporada de pesca.

PALABRAS CLAVE: pérdida de peso, anchoveta, juveniles, tiempo de almacenamiento, factor de condición

ABSTRACT

OCHOA M, MARIN P, BOUCHON M. 2020. Estimate of weight loss in anchoveta *Engraulis ringens* in research cruises. *Bol Inst Mar Peru*. 35(2): 177-184.- We estimated the weight loss in anchovetas through experimental analyses carried out on the IMARPE's acoustic cruises (spring 2018 and summer 2019). The results showed that after 10 hours, the anchoveta lost 8.5% of body weight during the spring 2018 cruise, while in summer 2019, it lost 22%. The percentage of weight loss increased linearly as the hours went by. Likewise, it was observed that the percentage of weight loss was accelerated in the summer 2019 cruise, which was associated with the high incidence of juveniles, the higher condition factor, and the warm environmental conditions. It is necessary to apply the methodology for estimating weight loss on board the large-scale purse seine fleet throughout the fishing season.

KEYWORDS: weight loss, anchoveta, juveniles, storage time, condition factor

1. INTRODUCCIÓN

La anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns, 1842) es la especie clave de la cadena alimenticia del sistema de afloramiento del mar peruano y del Ecosistema de la Corriente del Humboldt, que se caracteriza por sus altos niveles de productividad no superado por ningún ecosistema marino (BOUCHON *et al.*, 2010). Ello, favorece el desarrollo de grandes volúmenes de biomasa, lo que es importante para la economía del país, siendo sus capturas destinadas, usualmente, a la producción de harina y aceite de pescado (BAKUN & WEEKS, 2008; BOUCHON *et al.*, 2010); sin embargo, no toda la captura está contabilizada.

En una pesquería pueden existir importantes diferencias entre las cantidades en peso que son efectivamente extraídas del stock (captura) hasta su desembarque. Estas diferencias, pueden deberse, entre otros, a la pérdida de peso por efectos de manipulación o almacenamiento, o a descartes, cualquiera de ellos puede sesgar de manera

1. INTRODUCTION

The anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns, 1842) is a key species in the food chain of the Peruvian sea upwelling system and the Humboldt Current Ecosystem, which are characterized by high levels of productivity not surpassed by any other marine ecosystem (BOUCHON *et al.*, 2010). This favors the development of large volumes of biomass, which is important for the Peruvian economy. Anchoveta's catches are usually destined for the production of fishmeal and fish oil (BAKUN & WEEKS, 2008; BOUCHON *et al.*, 2010). Nonetheless, the total catch is not accounted for.

Within a fishery, there can be significant differences in the weight quantities that are actually removed from the stock (catch) until they are landed. Such differences may be due to, among other things, weight loss from handling or storage effects, or discards. Either of these can significantly bias the stock assessment and

¹ IMARPE, DGIRP, Área Funcional de Dinámica Poblacional y Evaluación de Recursos Pelágicos. mochoa@imarpe.gob.pe

significativa la evaluación del stock y las medidas de manejo (KELLEHER, 2005; ROCHET & TRENKEL, 2005). Así mismo, tenemos que para el caso de la pesquería peruana el trabajo realizado por CASTILLO y MENDO (1987) basado en encuestas al personal relacionado con la pesquería de anchoveta, han reportado hasta cinco fuentes de captura no registradas, siendo una de las principales la pérdida de peso por fluidos.

Estudios realizados por SÁNCHEZ e ICOCHEA (1968) determinaron que en el país las pérdidas promedio originadas por la pérdida de peso (o sanguaza) a nivel industrial, son del orden del 10,5% del peso total de la anchoveta descargada en las pozas de almacenamiento de las fábricas de reducción. Actualmente, las fábricas disponen de sistemas para recuperación de sólidos, lo cual permite reducir la pérdida de peso y destinar los sólidos recuperados a la producción de harina y aceite pescado (ORTIZ, 2003; GUERRA, 2003; NUÑEZ, 2014; PAREDES, 2014; PIZARRO *et al.*, 2001). Sin embargo, es necesario continuar con estudios de pérdida de peso para llevar un mejor monitoreo de la captura y manejo de la pesquería.

En este sentido, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) inició análisis experimentales en los Cruceros de Evaluación de Recursos Pelágicos realizados durante la primavera de 2018 y el verano de 2019, con el objetivo de estimar la pérdida de peso de la anchoveta durante un periodo de almacenamiento de hasta 12 horas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de cada lance como hora de inicio, coordenadas, temperatura superficial del mar, fueron recolectados durante los Cruceros de Evaluación de Recursos Pelágicos realizados por el IMARPE durante la primavera 2018 y el verano 2019, en los buques de investigación científica (BIC) José Olaya Balandra y Humboldt.

En nueve lances de pesca, efectuados en ambos cruceros se realizaron análisis experimentales para estimar la pérdida de peso de la anchoveta durante un periodo de almacenamiento de hasta 12 horas. La anchoveta fue capturada mediante una red de arrastre y los lances estuvieron distribuidos latitudinalmente entre 5°S (Paita) y 18°S (extremo sur del dominio marítimo) y a nivel longitudinal hasta las 20 mn de costa.

Análisis experimental

Durante cada lance de pesca, se tomó una muestra representativa de la captura. Se realizó el muestreo biométrico de la anchoveta y se obtuvo la composición

management measures (KELLEHER, 2005; ROCHET & TRENKEL, 2005). In the case of the Peruvian fishery, CASTILLO & MENDO (1987) based on surveys of personnel engaged in the anchoveta fishery, has reported up to five sources of unrecorded catch, with fluid loss being one of the main factors.

SANCHEZ & ICOCHEA (1968) determined that, at the industrial level, the mean loss due to weight loss (or corrupt blood residue) is about 10.5% of the total weight of anchoveta landed in the storage ponds of the reduction factories. Currently, the factories have systems for recovering solids, which allows them to reduce this loss and use the recovered solids to produce fishmeal and fish oil (ORTIZ, 2003; GUERRA, 2003; NUÑEZ, 2014; PAREDES, 2014; PIZARRO *et al.*, 2001). However, we need further weight loss studies to better monitor the catch and management of this fishery.

Therefore, the Instituto del Mar del Perú (IMARPE) conducted experimental analyses during the Pelagic Resource's cruises carried out in spring 2018 and summer 2019, to estimate the weight loss in anchovetas over a storage period of up to 12 hours.

2. MATERIAL AND METHODS

Data on each set, such as start time, coordinates, and sea surface temperature, were collected during the IMARPE's Pelagic Resource's cruises carried out in spring 2018 and summer 2019, on board the R/V José Olaya Balandra and Humboldt.

In nine fishing sets, carried out on both cruises, we conducted experimental analyses to estimate the weight loss in anchoveta over a storage period of up to 12 hours. A trawl net was used to catch the anchoveta, and the sets were distributed latitudinally between 5°S (Paita) and 18°S (southern end of the maritime domain) and longitudinally up to 20 nm offshore.

Experimental analysis

A representative sample of the catch was taken during each fishing set. We performed the biometric sampling of the anchoveta and obtained the size composition of the catch. Each size group was weighed with a marine scale with motion

por tallas de la captura. Cada grupo de tallas, fue pesado utilizando una balanza anti movimiento y se colocó en bolsas con filtros para permitir el escape de los fluidos. Las bolsas fueron almacenadas en una cubeta de plástico con el fin de simular las condiciones mínimas de la bodega de una embarcación. Cada cierto tiempo, se volvía a obtener el peso de las anchovetas para ir contabilizando su pérdida de peso.

Para estimar el porcentaje de pérdida de peso (%P), se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%P_t = \frac{(\text{Peso grupo}_{\text{inicial}} - \text{Peso grupo}_t)}{\text{Peso grupo}_{\text{inicial}}} * 100$$

Donde: t es el tiempo o las horas de almacenamiento y varía de 0 a 12 horas.

Para modelar el porcentaje de pérdida de peso en función a las horas de almacenamiento, se utilizó regresiones de tipo lineal.

Se estimó el factor de condición de la anchoveta mediante la relación longitud-peso (RICKER, 1975; CIFUENTES *et al.*, 2012; LEYTON *et al.*, 2015). Se asumió que la anchoveta presenta un crecimiento isométrico y se fijó el parámetro $b = 3$. Estimamos el factor de condición con la finalidad de conocer si existió diferencias en el peso individual de la anchoveta en ambos cruceros. Utilizamos la relación longitud-peso lineal dado que ayuda a incorporar un error aditivo y estabilizar la varianza.

$$\ln(P) = \ln(a) + 3 \log(L) + \varepsilon$$

Donde el parámetro a es el factor de condición y ε un error multiplicativo a estimar.

3. RESULTADOS

Durante el Crucero de primavera 2018 fueron medidos 437 ejemplares de anchoveta en cuatro lances de pesca, mientras que en el Crucero de verano 2019 se midió 1804 anchovetas en cinco lances de pesca. En términos generales, durante el Crucero de primavera se registró menor incidencia de juveniles (35%), rango de tallas entre 9,0 y 16,5 cm de LT, longitud media de 12,8 cm LT y desviación estándar de las tallas de 1,6 cm. En el Crucero de verano 2019 se registró mayor incidencia de juveniles (63%), con rango de tallas entre 7,5 y 16,0 cm LT, longitud media de 12 cm LT y desviación estándar de tallas 2,1 cm (Fig. 1). El rango de temperatura varió de 15,5 °C a 19,2 °C durante el Crucero de primavera 2018 y fue de 17,8 °C a 23,1 °C en el Crucero de verano 2019.

compensation and placed in bags with filters to allow the fluids to escape. The bags were stored in a plastic bucket to simulate the minimum conditions of a vessel's hold. Once in a while, we performed a new weighing of the anchovetas to record their weight loss.

To estimate the percentage of weight loss (%P), we used the following formula:

$$\%P_t = \frac{(\text{Group weight}_{\text{initial}} - \text{Group weight}_t)}{\text{Group weight}_{\text{initial}}} * 100$$

Where: t is the time or hours of storage and varies from 0 to 12 hours.

Linear regressions were used to model the percentage of weight loss as a function of storage hours.

The condition factor of the anchoveta was estimated through the length-to-weight ratio (RICKER, 1975; CIFUENTES *et al.*, 2012; LEYTON *et al.*, 2015). It was assumed that the anchoveta has an isometric growth and the parameter $b = 3$ was set. We estimated the condition factor to know if there were differences in the individual weight of the anchoveta in both cruises. Also, we used the linear length-to-weight ratio since it helps to incorporate an additive error and stabilize the variance.

$$\ln(P) = \ln(a) + 3 \log(L) + \varepsilon$$

Where the parameter a is the condition factor and ε is a multiplicative error to be estimated.

3. RESULTS

A total of 437 anchovetas were measured in four fishing sets on the spring 2018 cruise, while in the summer 2019 cruise, 1804 anchovetas were measured in five fishing sets. The spring cruise recorded a lower incidence of juveniles (35%), with sizes ranging from 9.0 to 16.5 cm TL, mean length at 12.8 cm LT, and standard deviation at 1.6 cm. In the summer 2019 cruise, there was a higher incidence of juveniles (63%), with a size range between 7.5 and 16.0 cm TL, mean length at 12 cm TL, and standard deviation at 2.1 cm (Fig. 1). The temperature varied from 15.5 °C to 19.2 °C in the spring 2018 cruise and from 17.8 °C to 23.1 °C during the next year's cruises.

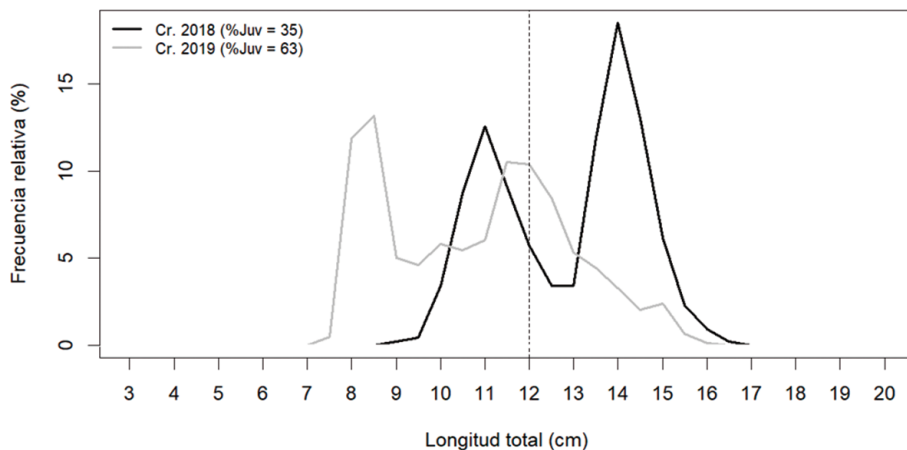


Figura 1.- Frecuencia simple relativa de las tallas de anchoveta analizadas durante el Crucero de primavera 2018 (línea negra) y el Crucero de verano 2019 (línea gris)

Figure 1. Relative single frequency of anchoveta sizes analyzed during the spring 2018 survey (black line) and the summer 2019 survey (gray line)

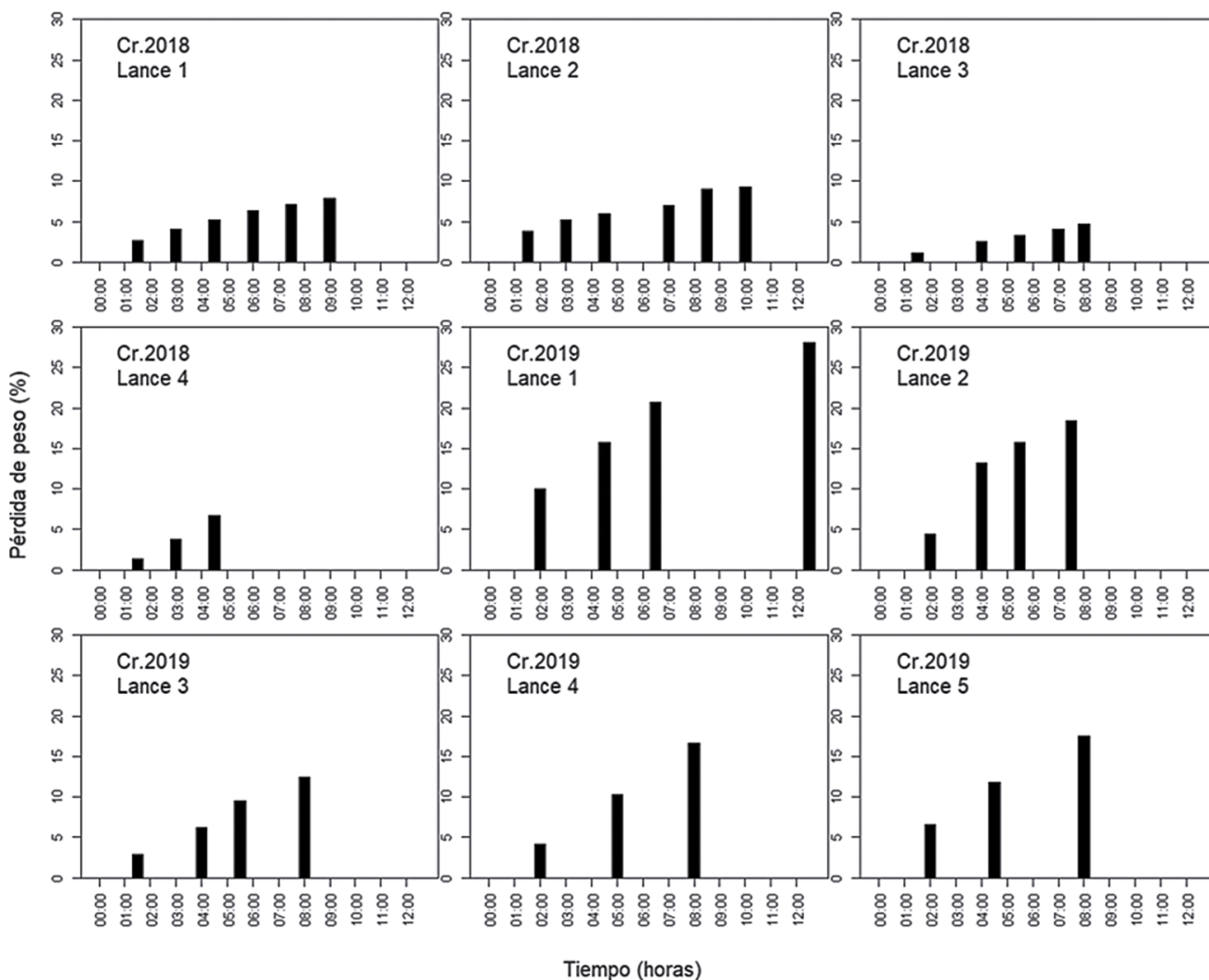


Figura 2.- Porcentaje de pérdida de peso en función a las horas de almacenamiento

Figure 2. Percentage of weight loss according to storage hours

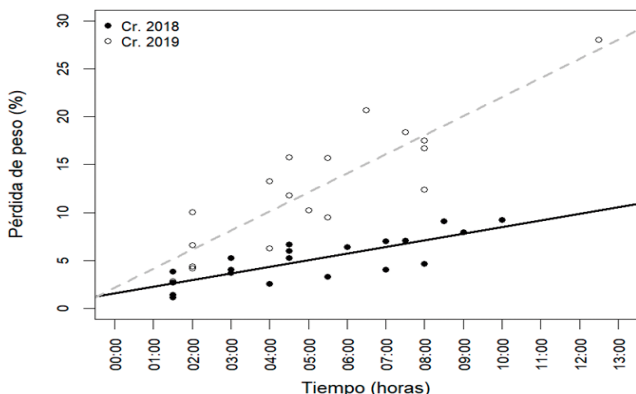


Figura 3.- Relación entre el porcentaje de pérdida de peso de anchoveta y las horas de almacenamiento

Figure 3. Ratio of weight loss percentage vs. hours of storage

En la figura 2 se muestran los valores de los porcentajes de pérdida de peso de anchoveta estimados para cada lance de pesca analizado. En todos los casos se observa que la pérdida inicia inmediatamente al segundo momento de pesado de las anchovetas y que los mayores porcentajes de pérdida de peso se produjeron en el verano (Crucero de verano 2019).

La relación entre el porcentaje de pérdida de peso y las horas de almacenamiento, mostró un comportamiento de tipo lineal. Se estimó que la anchoveta al cabo de 10 horas, en la primavera de 2018 perdió alrededor de 8,5% de su peso, mientras que en verano 2019 la pérdida de peso fue mayor, alcanzando 22,0% (Fig. 2).

Durante el Crucero de primavera 2018 la relación entre el porcentaje de pérdida de peso vs las horas de almacenamiento (Fig. 3) fue expresado como:

$$\%P = 1,55 + 0,69 * horas; R^2 = 0,63$$

Durante el Crucero de verano 2019 la relación entre el porcentaje de pérdida de peso vs. las horas de almacenamiento (Fig. 3) fue expresado como:

$$\%P = 2,17 + 1,99 * horas; R^2 = 0,76$$

En la figura 4 se observa la relación longitud-peso de la anchoveta para los lances efectuados durante los cruceros de primavera 2018 y verano 2019. La relación longitud peso fue altamente significativa ($R^2 = 0,98$ y $p < 0,00$) durante la primavera 2018 y ($R^2 = 0,96$ y $p < 0,00$) durante el verano 2019. Además, el factor de condición fue estimado en 0,006 durante la primavera y 0,007 durante el verano, es decir anchovetas de 14 cm LT (año y medio de edad) observadas por el Crucero de verano 2019 pesaron 14% más que las observadas en el Crucero de primavera 2018.

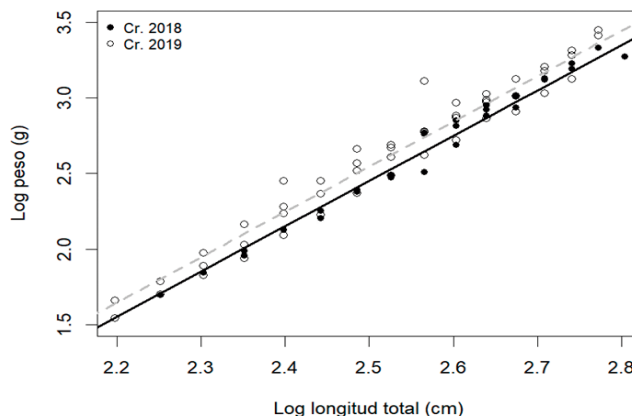


Figura 4.- Relación longitud-peso linealizada durante los Cruceros de primavera 2018 y verano 2019

Figure 4. Linearized length-to-weight ratio during the spring 2018 and summer 2019 cruises

Figure 2 shows the estimated percentages of weight loss in anchovetas for each fishing set analyzed. In all cases, we found that the loss began immediately after the second weighing of the specimens and that the highest percentages of weight loss occurred in the summer (summer 2019 cruise).

The ratio between the percentage of weight loss and the hours of storage showed a linear behavior. We estimated that after 10 hours, in spring 2018, the anchoveta lost about 8.5% of its weight, while in summer 2019, the weight loss increased up to 22.0% (Fig. 2).

In the spring 2018 cruise, the ratio of weight loss percentage vs. hours of storage (Fig. 3) was expressed as:

$$\%P = 1.55 + 0.69 * hours; R^2 = 0.63$$

In the summer 2019 cruise, the ratio of weight loss percentage vs. storage hours (Fig. 3) was expressed as:

$$\%P = 2.17 + 1.99 * hours; R^2 = 0.76$$

Figure 4 shows the length-to-weight ratio of the anchoveta for the sets analyzed in the spring 2018 and summer 2019 cruises. The length-to-weight ratio was highly significant for both periods ($R^2 = 0.98$ and $p < 0.00$) and ($R^2 = 0.96$ and $p < 0.00$) respectively. Also, the condition factor was estimated at 0.006 in spring and 0.007 in summer, i.e. anchovetas of 14 cm TL (one and a half years old) observed during the summer 2019 cruise weighed 14% more than those observed in spring 2018 cruise.

4. DISCUSIÓN

En el presente trabajo los análisis experimentales realizados a bordo de los Cruceros de Evaluación de Recurso Pelágicos durante la primavera 2018 y verano 2019, permitieron estimar la pérdida de peso de la anchoveta. Se determinó que la anchoveta al cabo de 10 horas de almacenamiento perdió 2,6 veces más su peso durante el Crucero de verano 2019 respecto al Crucero de primavera 2018. La pérdida de peso acelerada que se observó durante el Crucero verano 2019 estuvo asociada a capturas de anchoveta con: (1) mayor incidencia de juveniles; (2) mayor factor de condición; y (3) condiciones ambientales cálidas. Estudios realizados por MAZA *et al.* (2013) en anchoveta argentina, evidenciaron que los ejemplares juveniles, a diferencia de los adultos, presentan mayor porcentaje de líquido en relación a su peso corporal. Si estos estudios se confirmaran para la anchoveta en Perú, explicaría porqué el porcentaje de pérdida de peso es mayor cuando hay mayor presencia de juveniles. Respecto al factor de condición, el estudio encontró que las anchovetas analizadas durante el Crucero de verano 2019 presentaron mayor peso individual que las analizadas durante el Crucero de primavera 2018. Además, MAZA *et al.* (2016) reportaron que la pérdida de líquidos se incrementa en condiciones ambientales cálidas.

Una diferencia importante del presente trabajo respecto al realizado por SÁNCHEZ e ICOCHEA (1968) es que cuantificaron la pérdida de peso durante un tiempo de almacenamiento superior a 24 horas, mientras que en éste se consideró un tiempo de almacenamiento máximo de 12 horas, debido a que en la actualidad el tiempo de captura (desde que ocurre el envase de la primera cala, hasta que inicia el proceso de producción de harina y aceite de pescado) se ha reducido notablemente. Mientras menor es el tiempo de captura, mejor es la calidad de la materia prima, con niveles bajos de descomposición de proteínas, optimizando la producción de harina y aceite de pescado e incrementando las ganancias (CONAM, 1998).

El objetivo general del trabajo, fue desarrollar una metodología para cuantificar la pérdida de peso de la anchoveta, y se espera que ésta logre implementarse a bordo de embarcaciones anchoveteras de cerco en plena temporada de pesca. Si bien, los resultados iniciales obtenidos a bordo de los Cruceros de evaluación pueden parecer elevados, como lo ocurrido en el Crucero de verano 2019, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones: 1) durante una temporada de pesca la incidencia de juveniles no es tan elevada, en los últimos 15 años la incidencia de juve-

4. DISCUSSION

Experimental analyses conducted on the Pelagic Resource Assessment Cruises in spring 2018 and summer 2019, allowed us to estimate the weight loss of the anchoveta. We determined that after 10 hours of storage, the anchoveta lost 2.6 times more weight in summer 2019 than in spring 2018. The accelerated weight loss observed in the 2019 cruise was associated with (1) an increased incidence of juveniles in catches, (2) increased condition factor and (3) warm environmental conditions. MAZA *et al.* (2013) showed that juvenile Argentinean anchovy specimens, unlike adults, present a higher percentage of liquid in relation to their body weight. If these studies were confirmed for Peruvian anchoveta, it would explain why the percentage of weight loss is higher when there is a greater presence of juveniles. Regarding the condition factor, we found that the anchovetas analyzed in summer 2019 presented greater individual weight than those analyzed during spring 2018 cruise. Also, MAZA *et al.* (2016) reported that fluid loss increases in warm environmental conditions.

SANCHEZ & ICOCHEA (1968) quantified the weight loss during a storage time of more than 24 hours, while in this case, we considered a maximum of 12 hours given that currently the catch time (since the packaging at the first cove until the manufacturing of fishmeal and fish oil) has been reduced. The shorter the catch time, the better the quality of the raw material since it has low levels of protein decomposition, thus optimizing the production of fishmeal and fish oil and increasing profits (CONAM, 1998).

This work aims to develop a methodology to quantify the weight loss in anchoveta during its catch. We plan to implement it onboard the purse-seiners during the fishing season. Although the initial results obtained during the acoustic cruises may seem high, as what happened in the 2019 summer cruise, we must consider the following aspects: 1) during a fishing season, the incidence of juveniles is not so high, in the last 15 years the mean incidence of juveniles per season was less than 10% of the total catch; 2) the factories producing fishmeal and fish oil have systems for the recovery of solids, which allows for the recovery of part

niles promedio por temporada de pesca fue menor al 10% del total de la captura; 2) las fábricas de producción de harina y aceite de pescado cuentan con sistemas para la recuperación de sólidos, lo cual permite recuperar parte de la pérdida de peso; y 3) con el correr de los años, un mayor número de embarcaciones que componen la flota industrial de cerco de anchoveta disponen de sistemas de refrigeración de agua de mar (RSW), lo cual permite conservar mejor la anchoveta y reducir la pérdida de peso.

5. CONCLUSIONES

El porcentaje de pérdida de peso mantiene una relación lineal directa con el tiempo de almacenamiento.

Al cabo de 10 horas de almacenamiento la anchoveta perdió 8,5% de su peso corporal durante el Crucero de primavera 2018, mientras que durante el Crucero de verano 2019 perdió 22%.

El porcentaje de pérdida de peso acelerado estuvo asociado a la alta incidencia de juveniles, mayor factor de condición y condiciones ambientales cálidas.

Recomendaciones

Implementar la metodología de estimación de pérdida de peso a bordo de la flota industrial de cerco en plena temporada de pesca.

of the weight loss; and 3) over time, a greater number of vessels that make up the large-scale purse-seiner fleet have refrigerated seawater systems, which allows for better conservation of the resource and reduced weight loss.

5. CONCLUSIONS

The weight loss percentage maintains a direct linear ratio with the storage time.

After 10 hours of storage, the anchoveta lost 8.5% of body weight in the spring 2018 cruise, while in summer 2019, it lost 22%

The percentage of accelerated weight loss was associated with a greater incidence of juveniles, a higher condition factor, and warm environmental conditions.

Recommendations

To implement the methodology for estimating weight loss on board the large-scale purse seine fleet during the fishing season.

REFERENCIAS / REFERENCES

- BAKUN A, WEEKS S. 2008. The marine ecosystem off Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold?. *Progress in Oceanography* 79: 290 – 299.
- BOUCHON M, AYÓN P, MORI J, PEÑA C, ESPINOZA P, HUTCHINGS L, BUITRÓN B, PEREA A, GOICOCHEA C, MESSIE M. 2010. Biología de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* Jenyns). *Bol Inst Mar Perú*. 25(1-2): 23-30.
- CASTILLO S, MENDO J. 1987. Estimation of unregistered Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*) in official catch statistics, 1951-1982. *The Peruvian Anchoveta and Its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change, ICLARM studies and reviews*, Manilla, Philippines. pp. 109-116.
- CIFUENTES R, GONZALES J, MONTOYA G, JARA A, ORTIZ N, PIEDRA P, HABIT E. 2012. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana Especial*. Pp. 101-110.
- CONAM. 1998. Prácticas recomendadas para mejorar la eficiencia de los procesos en industria de harina de pescado. SENREM (CONAM USAID) Gestión Sostenible del Ambiente y Recursos Naturales. Ministerio de Pesquería. 88 pp.
- GUERRA J. 2003. Evaluación y Eficiencia de la recuperación de grasa y sólidos suspendidos del agua de bombeo, en la producción de harina y aceite de pescado en tres periodos de producción. Tesis Título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. 53 pp.
- KELLEHER K. 2005. Discards in the world's marine fisheries. An update. *FAO Fisheries Technical Paper* Nro. 470. Rome. 152p.
- LEYTON S, MUÑOZ E, GORDILLO S, SÁNCHEZ G, MUÑOZ L, SOTO A. 2015. Estimación del Factor de Condición de Fulton (K) y la relación Longitud Peso en tres especies ícticas presentes en un sector sometido a factores de estrés ambiental en la cuenca alta del río Cauca. *Researchgate Rev. Asoc. Col. Cienc. (Col.)*. 27: 21-28.
- MAZA A, A. COMPÁS A, C. FARELL C, E. MANCA E. 2013. Composición química y perfil de ácidos grasos de la anchoíta bonaerense en función del tamaño de los ejemplares y la zona de pesca. *Marine and Fishery Sciences (MAFIS)*. 23: 161-174.
- MAZA S, ALDORADIN E, PARIONA C, ARPI E, ROSALES M. 2016. Efecto del desarrollo y desangrado de anchoveta en solución de Citrato Sódico *Rev. investig. vet. Perú*. 27(3).

- NUÑEZ C. 2014. Recuperación de sólidos del agua de cola por coagulación – floculación y cuantificación de histamina. Tesis título Ingeniero Pesquero. Facultad de Pesquería Universidad Agraria la Molina. Lima-Perú. 128 pp.
- ORTIZ S. 2003. Elaboración de Harina de Pescado. Tesis Licenciatura en Tecnología de Alimentos. Universidad Católica Argentina. Buenos Aires. 131 pp.
- PAREDES P. 2014. Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, UNMSM. 17(2): 72-80.
- PIZARRO R, REATEGUI S, RIVERA D, DELMAS I, MORI L. 2001. Tratamiento de efluentes líquidos de la industria de harina de pescado. Instituto de Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. 3(1): 73-78.
- RICKER W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin Fisheries Research. Board of Canada. 191: 382 pp.
- ROCHET M, TRENKEL V. 2005. Factors for the variability of discards: assumptions and field evidence. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 62: 224–235.
- SÁNCHEZ J, ICOCHEA E. 1968. Evaluación preliminar de las pérdidas de sólidos en el agua de sangre (sanguaza) de anchoveta en la industria harinera del Perú. Instituto del Mar del Perú. Serie de Informes especiales N°32.