



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 41, Números 1-4



Enero-Diciembre 2014
Callao, Perú

ALTERNATIVAS PARA LA EXTRACCIÓN DE CONCHA NAVAJA (*Ensis macha*) EN TAMBORERO – HUARMEY

ALTERNATIVES FOR REMOVAL OF RAZOR SHELL (*Ensis macha*) IN TAMBORERO – HUARMEY

Francisco Ganoza
Rafael Gonzáles

Carlos Salazar
Adrián Ramírez

Pedro Berrú
Samuel Huamani

RESUMEN

GANOZA F, SALAZAR C, BERRÚ P, GONZALES R, RAMÍREZ A, HUAMANI S. 2014. *Alternativas para la extracción de concha navaja (Ensis macha) en Tamborero-Huarney. Inf Inst Mar Perú. 41(1-4):105-119.*- El estudio estuvo dirigido a experimentar alternativas de extracción de concha navaja en Tamborero al sur de Huarney, del 25 al 28 de mayo del 2008. Se utilizó dos embarcaciones marisqueras, con aditamentos para buceo semi autónomo y participación de buzos artesanales y un buzo científico de IMARPE. Se experimentó con instrumentos como bomba con boquilla modificada, pinza y gancho y en forma manual. Las diferentes técnicas presentaron un rendimiento medio de extracción de 24 kg/h para bomba con boquilla, 3 kg/h para pinza, 1 kg/h para gancho y 5 kg/h para manual. Con las técnicas manuales, se obtuvo mejor selección de tallas con ejemplares ≥ 120 mm, los instrumentos registraron valores menores a 4% de ejemplares de talla comercial.

PALABRAS CLAVE: *Ensis macha*, concha navaja, extracción.

ABSTRACT

GANOZA F, SALAZAR C, BERRÚ P, GONZALES R, RAMÍREZ A, HUAMANI S. 2014. *Alternatives for removal of razor shell (Ensis macha) in Tamborero – Huarney. Inf Inst Mar Perú. 41(1-4):105-119.*- The study was aimed to experience alternative extraction razor shell Tamborero south of Huarney, from 25 to 28 May 2008 two shellfish vessels was used with attachments for semi scuba divers and participation artisanal and a scientific diver IMARPE. We experimented with instruments like pump with modified nozzle, clamp and hook and manually. Different techniques had a mean extraction yield of 24 kg / h pump nozzle, 3 kg / h caliper, 1 kg/h for hook and 5 kg / h for manual. With manual techniques, better selection of sizes was obtained to get samples ≥ 120 mm, instruments recorded values lower than 4% of individuals of commercial size.

KEYWORDS: *Ensis macha*, razor shell, extraction

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la concha navaja *Ensis macha*, no es un recurso tradicional en la pesquería artesanal de invertebrados marinos, su extracción empezó en diciembre del 2000, orientando el esfuerzo pesquero a un banco natural en Morro Quemado, Pisco. Posteriormente, se amplió a cinco zonas de extracción en bahía Independencia y a otras localidades del país comprendidas entre San Juan de Marcona en el sur y bahía de Samanco en el norte, e incluso en el 2006, se ha reportado en la bahía de Sechura (Paita), convirtiéndose en una de las principales actividades de la pesca artesanal.

En el año 2000, la forma de extracción de este bivalvo en Morro Quemado era manual, la demanda para exportación estimuló el uso de motobombas para una producción más acelerada, observándose embarcaciones artesanales implementadas con este equipo

para facilitar el trabajo de los buzos marisqueros en la remoción del sustrato hábitat de la concha navaja. La motobomba incrementa el esfuerzo pesquero y la captura promedio aumentó en una proporción de 4 a 1 respecto al método de extracción manual. El uso de este equipo fue limitado hasta fines del 2003, extendiéndose, hasta la actualidad, a todo el litoral a mediados del 2004 (UEPA-IMARPE, 2005).

La extracción de concha navaja en los alrededores de INDUMAR en la bahía de Huacho se inició en el 2004. En el 2005 se localizaron bancos en el Promontorio Salinas, intensificándose su extracción. La flota marisquera de Huacho que estaba dirigida a la extracción de caracol *Stramonita chocolata* y cangrejos (Cancriidae), orientó su esfuerzo hacia la concha navaja (LCH-IMARPE-2006).

En las zonas de pesca artesanal del litoral de Ancash, en el 2005, se realizó un estudio bioceanográfico, con

la finalidad de delimitar los bancos naturales de invertebrados, registrándose la presencia de *Ensis macha*, actualmente se explota en La Gramita (Casma), Culebras y Huarmey (BERRÚ et al. 2007, 2008).

La extracción comercial mediante motobombas, estaría provocando perturbación en las poblaciones de concha navaja y su hábitat, en el sedimento, que juega un rol importante en los procesos de transformación e intercambio de materia orgánica y nutrientes en el ecosistema marino. Esta actividad extractiva artesanal necesita ser regulada para lograr el uso sostenible del recurso y su entorno.

Actualmente se trabaja con otros instrumentos de extracción, como las pinzas y ganchos que fueron introducidas en San Juan de Marcona por la empresa chilena Algas Multiexport. No tuvo el éxito esperado, debido a que las zonas de pesca eran de sustrato arenoso compacto (arena media), y no permitió que trabajen los ganchos con facilidad (HUAMANÍ, 2006). La extracción manual (conocido por los marisqueros como el manoteo y dedo), han sido utilizados por los pescadores artesanales en Morro Quemado teniendo rendimientos sostenibles.

El Instituto del Mar del Perú mediante Oficio N° DE-100-075-2008-PRODUCE/IMP presentó ante PRODUCE el proyecto "Metodología de Extracción de Concha Navaja (*Ensis macha*)" en la zona de Huarmey, con el objetivo de analizar alternativas de extracción de este recurso. La Dirección Científica del IMARPE estimó conveniente realizar una actividad previa denominada "Experimentación de metodologías de extracción de concha navaja *Ensis macha*, en la zona de Tamborero-Huarmey" entre el 22 y el 28 de mayo del 2008 (UTE-IMARPE 2008). Esta fase previa, contempló la realización de un taller de trabajo donde con la colaboración de las sedes de IMARPE en Huacho, Chimbote y Pisco, se presentó ante la comunidad pesquera de la zona información relacionada a esta actividad extractiva y de las pruebas y experimentación de modalidades extractivas de concha navaja.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La primera actividad desarrollada fue el Taller sobre la situación de la concha navaja en las zonas de Huacho, Huarmey y Chimbote, del 22 al 24 de mayo del 2008, en la sede IMARPE-Huacho, donde se presentó el estado situacional de la pesquería de la concha navaja en Cerro Quemado-Pisco, Huacho, Huarmey y Chimbote; así como el Proyecto Experimentación de metodologías de extracción de concha navaja (*Ensis macha*) en la zona de Huarmey. Se efectuó la reunión y coordinación con los pescadores, Asociaciones y Agremiaciones Artesanales de Huarmey y Huacho,

Capitanía de Puerto (DICAPI) y DIREPRO Lima, para el levantamiento de información sobre la posible área de estudio. Además, expusieron profesionales del IMARPE relacionados con la actividad.

La segunda actividad fue el Trabajo de campo en el área preseleccionada, el mismo que permitió experimentar las técnicas de extracción del 25 al 28 de mayo del 2008, en la zona de Tamborero – Huarmey. El desarrollo de este trabajo abarcó la caracterización del área de estudio (estimación de las densidades, determinación de batimetría y tipo de sustrato, delimitación preliminar del área para pruebas y estudio). Asimismo, se desarrollaron los experimentos sobre las técnicas de extracción en áreas de mayor densidad, describiendo el nivel de fondo antes y después de una técnica de extracción, efectuando la medición de profundidad de excavación ejercida por la bomba con boquilla, midiendo el caudal del flujo de agua de la boquilla modificada y boquilla normal y verificando los daños ocasionados al recurso y al hábitat por los métodos experimentados.

Se registraron antes del uso de las diferentes técnicas de extracción, algunos parámetros poblacionales como densidad (N° ind./m²), biomasa (g/m²) y distribución de tallas del recurso. Se midió el rendimiento en cada metodología llevada a una unidad de tiempo y expresada en kg/hora, así como el daño físico ocasionado al recurso; las que fueron contrastadas empleando técnicas estadísticas de Anova y Análisis de Componentes Principales (ACP).

Área de estudio.- Los experimentos se desarrollaron en el banco natural ubicado en Tamborero (10°19,63'S, 78°3,44'W) al sur de Huarmey, el área se utiliza para embarque y desembarque de los buzos extractores de concha navaja que laboran en Gramadal, Las Monjas, el Túnel y las Zorras (Fig. 1).



Figura 1.- Área de estudio

Embarcaciones.- Se utilizó dos embarcaciones artesanales, Denilson y Flipper (Tabla 1, Fig. 2), implementadas con compresora de aire para el buceo semi autónomo. Los trabajos de muestreos se realizaron con la participación de dos buzos comerciales y un buzo científico por embarcación.

DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE CONCHA NAVAJA

Motobomba con boquilla modificada.- A una motobomba de 5 HP de potencia, que cuenta con una manguera de lona impermeable de aproximadamente

100 m de longitud y 6 cm de diámetro, se implanta una boquilla modificada (llamada “piquito” por los marisqueros), con la finalidad de disminuir el radio de remoción. Esta boquilla es un tubo de fierro o PVC de 18 o 20 mm de diámetro en su extremo distal que se reduce a 12 o 14 mm; todo este equipo permite impulsar el agua a una presión de 1,8 L/segundo para bombear y remover los fondos (Fig. 3).

Pinza.- Es una herramienta de puntas alargadas o alicata puntiagudo de acero inoxidable y mangos revestidos de jebe. Con esta técnica el buzo va sacando del sustrato los ejemplares uno por uno (Fig. 4).

Tabla 1.- Características de embarcaciones artesanales

Características	E/P Denilson	E/P Flipper
Matricula	SE-23257-BM	En tramite
Eslora (m)	5,5	5,8
Manga (m)	2,4	2,1
Puntal (m)	1,8	1,2
Desplazamiento	Fuera de borda	Fuera de borda
Marca de motor	Yamaha Enduro	Yamaha Enduro
Potencia (hp)	40	40
Combustible	Gasolina	Gasolina
Compresora	120 lb. 16 hp	120 lb. 13 hp
Arqueo bruto (t)	2	2
Material	Madera	Madera
Dotación	4	4



Figura 2.- Embarcaciones



Figura 3.- Motobomba con boquilla modificada



Figura 4.- Pinza

Gancho.- Es una herramienta de acero inoxidable, en forma de gancho bifurcado que termina en dos puntas en forma de uñas separadas y cuenta con un mango o agarradera revestido con jebe. La técnica consiste en escarbar el sustrato donde se encuentra el recurso y no permite discriminar tallas adecuadas (Fig. 5).



Figura 5.- Gancho

Técnicas de extracción manual.- Los pescadores artesanales especializados o marisqueros tienen dos principales formas de extracción, lo que ellos denominan **Dedo**, que consiste en introducir el dedo índice en el sustrato para extraer uno a uno los ejemplares (Fig. 6), y que le permite al buzo detectar los sifones de la navaja (que generalmente se encuentran al ras de la superficie arenosa en forma de rosa o botón) y seleccionar el tamaño. En la actualidad este método se está volviendo a aplicar en San Juan de Marcona pero su uso se expande muy lentamente. La otra forma de extracción es conocida como el **Manoteo**, que consiste en emplear toda la mano para remover el sustrato, generando una abertura profunda en el fondo del mar que depende de la capacidad de escape del recurso. Con este método, la remoción produce disminución de la visibilidad del buzo, atrapando los ejemplares por tanteo (Fig. 7).

MUESTREO Y MÉTODO DE TRABAJO

Selección y delimitación del banco natural para la experimentación.- Frente a Tamborero, se establecieron 13 estaciones de muestreo y georeferenciación para delimitar el banco natural, estimar la densidad poblacional y conocer el tipo de sustrato para la experimentación. Para la identificación de la comunidad bentónica se siguió a ÁLAMO y VALDIVIESO (1997) y CHIRICHIGNO (1970). Se fijaron 9 estaciones oceanográficas y 1 estación para medir el impacto mediante isotropía.

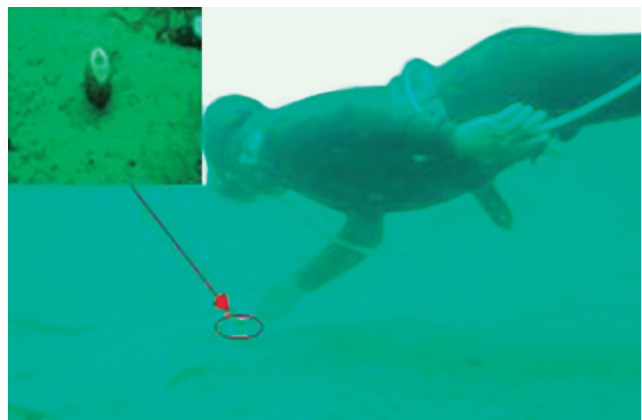


Figura 6.- Dedo

La descripción del sustrato, se realizó en base al análisis de las muestras colectadas de sedimento superficial, para lo cual se empleó un frasco plástico de 1 L, sellado bajo el agua para evitar la pérdida de la fracción fina del sustrato. En superficie, el buzo describió las principales características del sedimento donde se ubicaron las diferentes concentraciones de la concha navaja y de la fauna acompañante (Fig. 8).

En el laboratorio, se realizaron los análisis biométricos del molusco (Fig. 9). Para la estimación de la densidad y estructura de tallas, se realizó un muestreo al azar empleando un cuadrado metálico de 1 m². La distribución espacial de las concentraciones de concha navaja, se representó mediante isolíneas de acuerdo a una escala de densidad relativa: nulo, muy disperso, disperso, denso y muy denso. Los cálculos de densidad, se efectuaron con el Programa Estrata adecuado en una hoja de cálculo Excel (MENDO et al. 1988). Para las cartas de distribución se utilizó el método de grillado krigging.



Figura 7.- Manoteo

Para el estudio de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, se colectaron muestras de agua con una botella Niskin de 3 L de capacidad, registrándose la profundidad. En el análisis de oxígeno disuelto se empleó el método titulométrico de WINKLER modificado por CARRIT y CARPENTER (1968). El análisis de salinidad se efectuó con un salinómetro KHALSICO SR-10 (Fig. 10).



Figura 8.- Muestras de sedimento de fondo



Figura 9.- Toma de datos biométricos



Figura 10.- Análisis de datos oceanográficos

Experimentos con diferentes modalidades extractivas.- Se experimentó con las siguientes modalidades extractivas: mecánico utilizando la motobomba con boquilla modificada y, usando herramientas como la pinza y el gancho y, manuales como el dedo y el manoteo.

Las experiencias fueron realizadas por buzos artesanales simulando sus faenas normales de extracción, bajando en un punto donde previamente se ubicó parches de alta concentración de concha navaja. El tiempo de las pruebas fue estandarizado a 60 minutos. Dicho proceso se repitió para cada una de las modalidades propuestas con la finalidad de determinar los rendimientos de cada una.

Los parámetros controlados en la investigación fueron: tiempo de trabajo (esfuerzo), el caladero y las técnicas de extracción, mientras que los parámetros de respuesta evaluados fueron: el rendimiento (kg/hora de buceo), las tallas (mm), daños físicos sobre el recurso y el fondo marino por modalidad de extracción.

Las muestras obtenidas por modalidades de extracción, fueron codificadas a bordo y analizadas en el laboratorio. Se registraron los pesos de cada muestra con una balanza digital, las tallas de cada ejemplar con un malacómetro y se identificó el estado de la estructura del cuerpo y las valvas (sanas, rotas, sin pie y destrozadas).

Medición del sustrato, índice de complejidad topográfica, caudal de la boquilla modificada y pruebas de isotropía.- El buzo de IMARPE realizó la evaluación de las características topográficas del fondo antes de aplicar cualquier proceso de captura, de igual manera, una vez que el buzo comercial terminaba la extracción, tomó mediciones del sustrato. Se utilizó un marco de 1 m², para determinar el índice de complejidad topográfica (C) del fondo marino según lo propuesto por Risk (1972), que consistió en tomar dos distancias (con réplicas) entre los vértices opuestos de los cuadrantes, siguiendo el contorno del sustrato y se calculó a partir de la fórmula:

$$C = 1 - (d/l)$$

Donde: *d* = distancia rectilínea entre ambos vértices,

l = distancia entre los mismos siguiendo el contorno del sustrato.

Con referencia a la modificación de la boquilla “piquito”, se realizaron un total de 10 muestras con el objeto de medir el caudal de salida de agua de la boquilla modificada. Se utilizó un cronómetro y un balde de 18 litros de capacidad, registrándose además

las características técnicas de cada equipo de extracción (Fig. 11). El caudal se midió empleando la siguiente fórmula:

$$Q = V \cdot S$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

V = velocidad (m/s)

S = sección de la tubería (m²).

Se realizaron 9 pruebas de isotropía, con el fin de evaluar la perturbación en el fondo. Se empleó un trípode de 50 cm de alto con dos orificios de 5/8" de diámetro en la parte central y una varilla graduada de fierro de 1/2" de un metro de longitud (Fig. 12).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Rendimientos y daños.- Para determinar la existencia de igualdad en los rendimientos (kg/h) y daños (n), se planteó un Análisis de varianza (ANOVA), considerando como factor los métodos de extracción.

Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

La hipótesis nula, indica que los rendimientos y daños medios de los métodos de extracción son todos iguales, contra la hipótesis alternativa de que al menos un rendimiento y daño medio es diferente.

Estadístico de prueba:

$$F_{CAL} = \frac{MS_R}{MS_E}$$

Criterio de Decisión:

Si $F_{CAL} < F_{TAB}$ se acepta H_0 , caso contrario se rechaza, o si $p \leq 0,05$ rechaza H_0 .

Longitudes.- Para comparar las longitudes de concha navaja extraídas con los diferentes métodos bajo estudio, se realizó la comparación de medias para muestras grandes ($n \geq 30$) e independientes.

Hipótesis:

$$H_0: \mu_i \leq \mu_c$$

$$H_1: \mu_i > \mu_c$$

La hipótesis nula, indica que el método de extracción obtiene longitudes de navaja inferiores o iguales al método control, lo cual resulta para nuestro estudio negativo, puesto que nos interesa identificar los métodos de extracción, capaces de registrar especímenes con longitudes superiores al método control.

Estadístico de prueba:

$$Z_{CAL} = \frac{(X_i - \mu_c) - (\mu_i - \mu_c)}{\sqrt{\frac{\sigma_i^2}{n_i} + \frac{\sigma_c^2}{n_c}}}$$

Criterio de Decisión:

Si $Z_{CAL} \leq Z_{TAB}$ se acepta H_0 , caso contrario se rechaza, o si $p \leq 0,05$ rechazar H_0 .

Análisis de Componentes Principales (ACP).- Se utilizó este análisis que es un multivariante, cuyo objetivo es convertir un problema de información estadística muy compleja (muchas variables de tipo cuantitativo medidas en cada unidad de observación) en otro casi equivalente pero más manejable (pocas nuevas variables) sin pérdida significativa de información.

La técnica obtiene combinaciones lineales de todas las variables originales que sean ortogonales entre sí. De esta forma, se obtiene un subconjunto de nuevas variables que son independientes entre sí, pero que



Figura 11.- Experimento para medir el caudal



Figura 12.- Trípode con varilla 1 m

están altamente correlacionadas con las variables originales, denominadas componentes principales, las que ordenadas en forma decreciente según su varianza, permiten explicar el porcentaje de variabilidad de los datos por cada componente. Los valores y vectores característicos se obtienen diagonalizando la matriz de varianza y co-varianza o alternativamente la matriz de correlaciones. Consecutivamente, cada observación de la muestra obtiene una puntuación en cada una de las componentes principales seleccionadas, lo que permite ordenar las observaciones en base a información multivariante.

En este estudio se podrá comprender de mejor manera la estructura de correlación existente entre las variables de extracción (buzo, método de extracción, profundidad de la faena), rendimiento de captura (captura por hora, longitud media de los ejemplares extraídos) y los daños físicos causados sobre el recurso objetivo (quebrados, sin pie, destrozados); estableciendo además algunas hipótesis sobre las interrelaciones existentes entre dichas variables.

3. RESULTADOS

Taller de concha navaja

Como resultado de este Taller, se conoce que existen tres asociaciones de pescadores, que tratan directamente con las empresas comercializadoras de concha navaja GAM Corporation y Perú-Pacífico, las que facilitan equipos y trajes de buceo, motobombas (comodato), préstamo de dinero para avituallamiento. Estas asociaciones, han cortado un paso en la cadena de comercialización, lográndose aumentar el precio a 4,70 soles/kg aún insuficiente. También quedó establecida la necesidad de mayor entrenamiento y capacitación de los pescadores artesanales para conocer alternativas de extracción de recursos marinos.

TRABAJOS DE CAMPO

En Tamborero – Huarmey, que fue el área preseleccionada, se experimentó alternativas para la extracción de concha navaja entre el 25 y 28 de mayo del 2008.

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Temperatura.- La TSM, se distribuyó en 5 isotermas, varió entre 17,5 y 18,3 °C, con promedio 17,9 °C. En el fondo, la temperatura se registró entre 17,1 y 18,1 °C, con promedio de 17,6 °C, que se incrementa desde mar afuera hacia la línea de costa (Tabla 2, Figs. 13, 14).

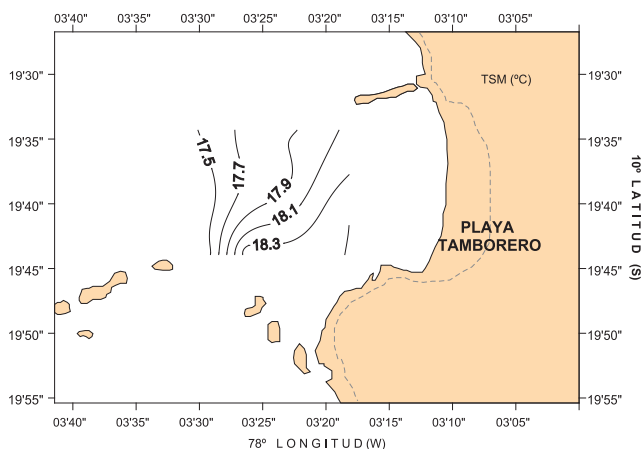


Figura 13.- Distribución de temperatura superficial

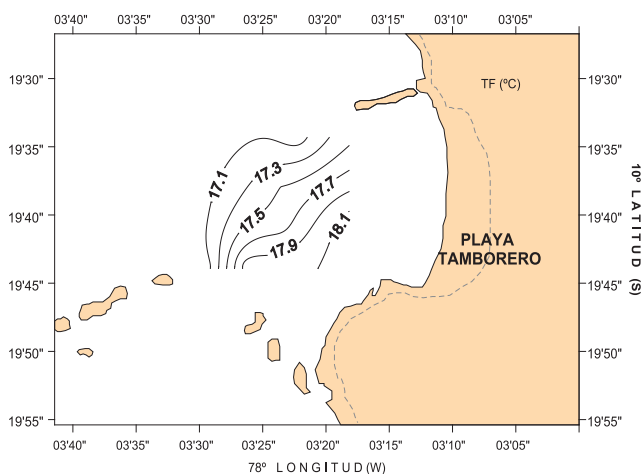


Figura 14.- Distribución de temperatura de fondo

Tabla 2.- Estaciones hidrográficas en Tamborero, mayo 2008

Estación	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Profundidad	TSM	TFM	OSM	OFM	Mar	Visión	Cielo	Corriente	
1	25/05/2008	10:30	10	19,732	78 3,491	7	17,4	17	3,27	3,99	1	4	7/8	S
2	25/05/2008	11:20	10	19,665	78 3,504	10	17,3	17	3,32	3,02	1	5	4/8	S
3	25/05/2008	11:55	10	19,629	78 3,473	15	-	-	-	-	1	6	4/8	S
4	25/05/2008	12:28	10	19,589	78 3,415	10	17,9	17,2	3,02	4,31	1	6	3/8	S
5	25/05/2008	13:08	10	19,572	78 3,371	9	17,9	17	3,14	4,41	1	6	3/8	R
6	26/05/2008	08:43	10	19,632	78 3,393	8	17,8	17,5	5,45	4,17	1	5	7/8	F
7	26/05/2008	10:20	10	19,678	78 3,393	7	18	17,6	6,97	4,97	1	5	4/8	F
8	26/05/2008	11:45	10	19,729	78 3,438	6	18,4	18	4,56	4,81	1	5	5/8	F
9	26/05/2008	12:34	10	19,674	78 3,303	5	18,5	18,2	5,78	5,70	1	5	5/8	F

Oxígeno.- Los valores de oxígeno superficial fluctuaron entre 3,6 y 6,6 mL/L con promedio en 5,1 mL/L. En el fondo, el oxígeno disuelto estuvo entre 3,5 y 5,5 mL/L con media de 4,5 mL/L. Tanto en superficie como en fondo, las oxiclina se distribuyeron uniformemente con valores crecientes, desde fuera de la bahía hacia la costa (Tabla 2, Figs. 15, 16).

Distribución y concentración del recurso.- La concha navaja estuvo distribuida frente a Tamborero, constituyendo una sola área entre “El Callejón” (localizado entre las isllas) y “La Pampa” que es la zona frente a la playa Tamborero, registrándose diferentes núcleos de concentración: Muy denso, Denso, Disperso, Muy disperso y Nulo. Las concentraciones se registraron a profundidades que variaron entre 5 y 10 m en fondos arenosos.

La densidad media por modalidad de extracción osciló entre 49 a 145,5 ind/m², y la biomasa estuvo entre 727,5 y 2.067,5 g/m² (Tabla 3).

Captura.- La captura total fue 81,6 kg. La mayor captura se logró con motobomba (20,3 kg) y la menor captura se efectuó con gancho (2,3 kg) (Tabla 4).

Rendimiento.- El mayor rendimiento de extracción (kg/hora de buceo) se logró con motobomba (23,9 kg/hora), y el menor rendimiento se logró con gancho (1,1 kg/h) (Tabla 4).

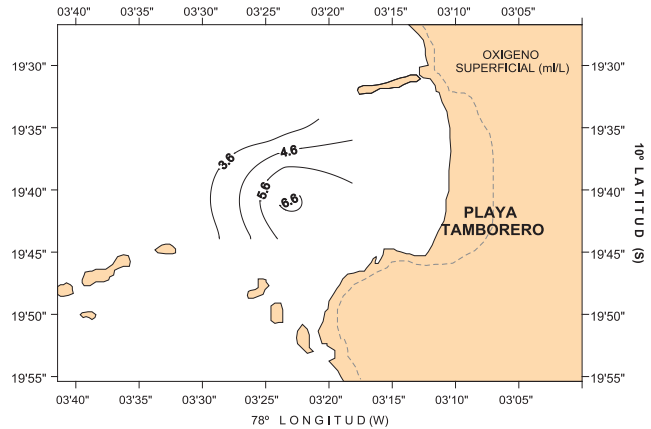


Figura 15.- Distribución de oxígeno superficial del mar

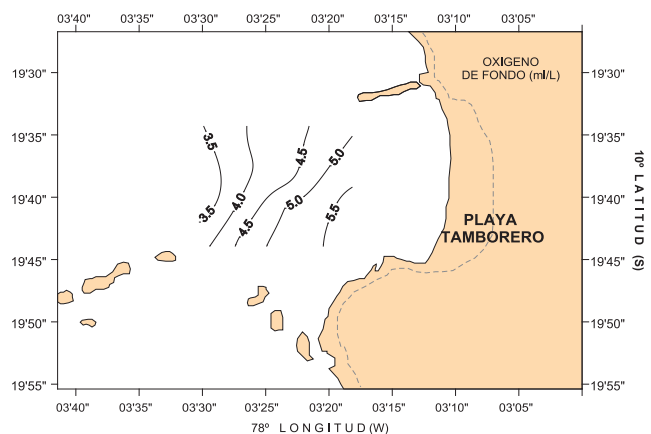


Figura 16.- Distribución de oxígeno de fondo

Tabla 3.- Densidad media de concha navaja en Tamborero

Embarcación	Estación	Latitud	Longitud	Peso1 (gr/m ²)	Peso2 (gr/m ²)	Peso medio (gr/m ²)	n1	n2	Densidad media ind/m ²
Flipper	1	10 19,73	78 3,49	1025	430	727,50	69	29	49,0
Flipper	2	10 19,67	78 3,50	1500	650	1075,00	77	33	55,0
Flipper	3	10 19,63	78 3,47	1950	1750	1850,00	111	100	105,5
Flipper	4	10 19,59	78 3,42	1890	1850	1870,00	123	120	121,5
Flipper	5	10 19,57	78 3,37	1450	675	1062,50	111	47	79,0
Denilson	6	10 19,75	78 3,44	1250	2885	2067,50	90	201	145,5
Denilson	7	10 19,73	78 3,41	1850	1510	1510,00	125	103	114,0

Tabla 4.- Captura, rendimiento y talla media de concha navaja según modalidad de extracción

Modalidad de extracción	Fondo (m)	Tiempo (hr)	Captura (Kg.)	Rendimiento medio (kg/h)		Embarcación Total	Talla media (mm)
				Denilson	Flipper		
Motobomba	8,0	0,9	20,3	23,9		23,9	103,3
Manoteo	8,5	4,0	20,1	3,4	5,6	5,0	112,3
Dedo	8,0	4,0	19,8	7,2	4,2	5,0	112,3
Pinza	9,0	6,5	19,1	4,4	2,1	2,9	106,3
Gancho	6,0	2,1	2,3	0,8	1,5	1,1	100,4
Total			81,6				

Análisis de varianza.- Mediante el análisis de varianza se identificó una diferencia en los rendimientos medios por efecto del método de extracción (Tabla 5), y mediante las comparaciones múltiples de SCHEFFÉ se determinó que el método con motobomba resulta el de mayor rendimiento, los métodos mecánicos mostraron los menores rendimientos resultando estadísticamente similares y los métodos manuales producen rendimientos equivalentes.

Tallas de concha navaja por método de extracción.- Del total de ejemplares muestreados, el rango de tallas de concha navaja estuvo comprendido entre 74 y 149 mm de longitud, con moda 109 mm y talla media 104,4 mm; donde sólo el 2,8 % de ejemplares

capturados presentaron tallas comerciales (individuos \geq a 120 mm) (Tabla 6, Fig. 17).

Comparación de medias.- Por el análisis de comparación de medias para muestras grandes con varianzas conocidas, se determinó que la talla media del recurso evaluado por los métodos de manoteo, dedo y pinza presentaron mayores valores respecto al registrado como patrón o control (104,4 mm, obtenido antes de las pruebas), lo que indicaría mejor selección de tallas. La talla media registrada con los métodos de motobomba y gancho presentó longitudes iguales o inferiores respecto al valor patrón, que indica que estas modalidades no discriminan tallas (Tabla 7, Fig. 18).

Tabla 5.- Anova de los rendimientos por métodos de extracción según modalidad de extracción

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrados medios	F	Sig.
Métodos de extracción	775,618	4	193,904	42,514	0,000
Error	77,537	17	4,561		
Total	853,155	21			

Tabla 6.- Longitud media, moda, mínimo, máximo y porcentaje de ejemplares mayores a 120 mm

Modalidad de extracción	Media (mm)	Moda (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	>120 mm (%)
Motobomba					
Piquito	103,3	107,0	74,0	142,0	3,80%
Manoteo	112,3	118,0	74,0	149,0	27,80%
Dedo	112,3	118,0	80,0	149,0	30,10%
Pinza	106,3	105,0	78,0	126,0	3,00%
Gancho	100,4	97,0	78,0	116,0	0,00%

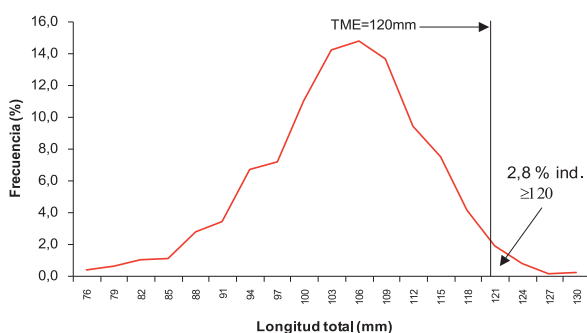


Figura 17.- Distribución de tallas de concha navaja

Tabla 7.- Pruebas de comparación de tallas medias según método de extracción

Modalidad de extracción	Media (mm)	Diferencia (mm)	Estadístico Z_{CAL}	Decisión $Z_{TAB} = 1,64$	Igualdad de medias
Piquito	103,3	-1,1	-2,1	Acepta H_0	Piquito \leq Control
Manoteo	112,3	7,9	14,4	Rechaza H_0	Manoteo $>$ Control
Dedo	112,3	7,9	13,0	Rechaza H_0	Dedo $>$ Control
Pinza	106,3	1,9	3,6	Rechaza H_0	Pinza $>$ Control
Gancho	100,4	-3,9	-5,6	Acepta H_0	Gancho \leq Control

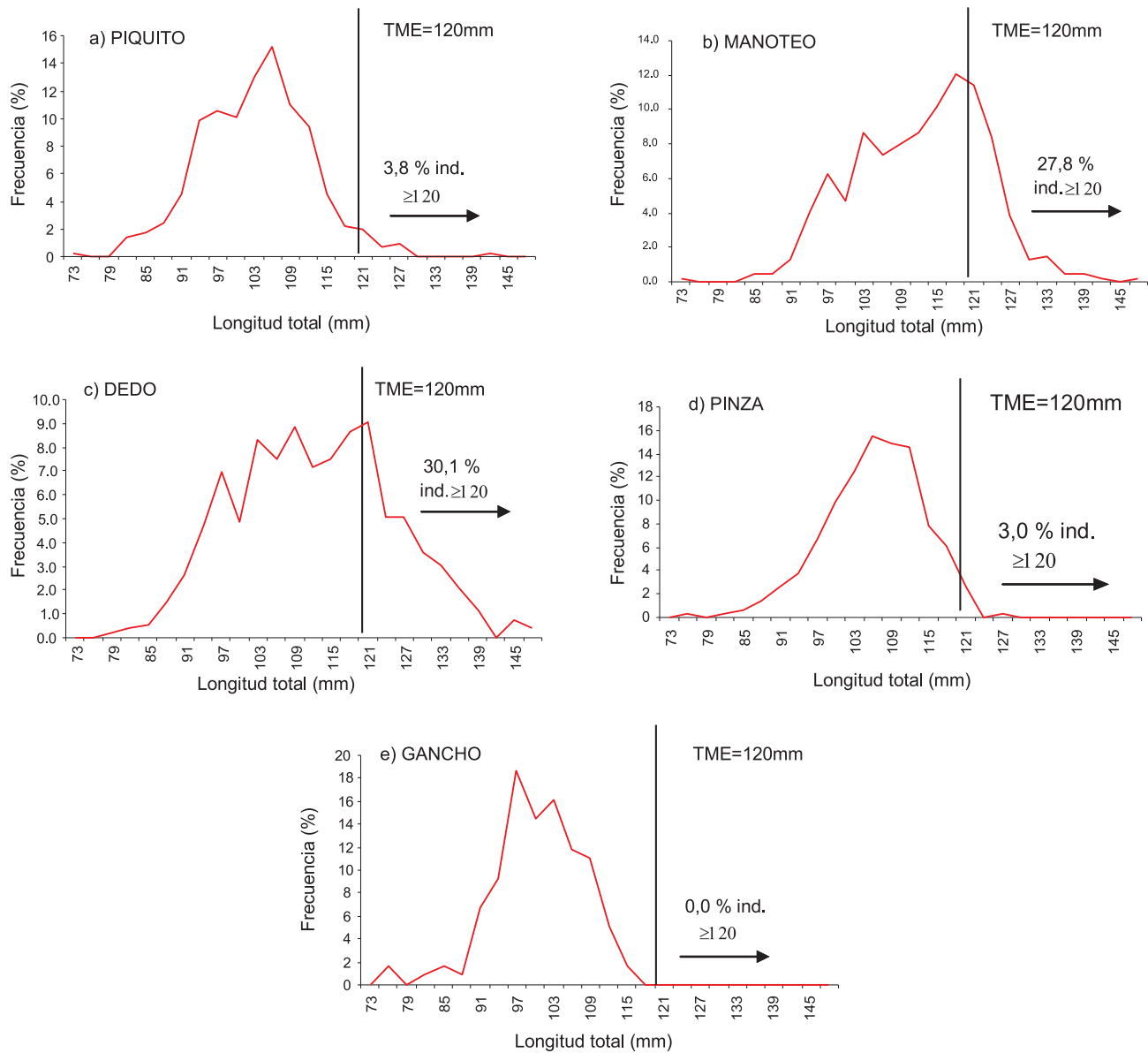


Figura 18.- Estructura de tallas por método de extracción de concha navaja

Daños físicos ocasionados al cuerpo de la concha navaja por los métodos de extracción.- Durante los experimentos fueron identificados tres tipos de daños físicos en el cuerpo de la concha navaja: destrozados, quebrados y sin pie (Tabla 8).

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Se analizaron 8 variables relacionadas con los métodos de extracción y rendimientos de captura de concha navaja mediante el ACP, seleccionándose las dos primeras componentes principales, que en conjunto explican el 68% de la variabilidad (40% la primera y 28% la segunda). En la matriz de correlaciones variables – componentes (Tabla 9), se observó lo siguiente:

1ra Componente (daños físicos).- Representa de manera adecuada la alta correlación directa entre la eficiencia del buzo, asociado con mayores rendimientos de captura y los mayores daños físicos en la navaja (sin pie, quebrados, destrozados), como es el caso de la extracción con la motobomba; los daños ocasionados con pinza y gancho encontraría explicación en la escasa pericia del buzo en el manejo de estas modalidades de extracción.

2do Componente (Rendimientos de captura).- Representa de manera óptima la alta correspondencia entre el método de extracción y los rendimientos de pesca; esto explica lo observado en el análisis de rendimientos.

DESCRIPCIÓN DE SEDIMENTOS EN LA ZONA DE TAMBORERO

En todos los casos, las muestras tomadas de la zona de Tamborero, indican la presencia de sedimento arenoso, variable en granulometría (arena fina en las zonas cercanas a fondos rocosos a muy fina en la zona central y distal de los sustratos rocosos). La mayor presencia del recurso se asoció con los sedimentos de arena muy fina (Tabla 10).

COMPLEJIDAD TOPOGRÁFICA DEL SUSTRATO

Los índices de complejidad topográfica del sustrato en la primera medición, antes de las operaciones de pesca, son bajos, oscilan alrededor del valor 0,038 (topografía plana). Después de haber operado con el método del manoteo, se observó una pequeña variación en este índice (0,042-0,058) y un índice relativamente mayor con la motobomba (0,05-0,075). En la segunda medición, el índice natural de la topografía del sustra-

to fue variable con valores entre 0,002 y 0,023 aprox. (topografía accidentada). Después de la aplicación del manoteo se observó una mayor variación de este índice alcanzando valores entre 0,051 y 0,070 (Fig. 19).

El análisis de componentes principales en su primera componente representa de manera adecuada la alta correlación directa entre la eficiencia del buzo, asociado con mayores rendimientos de captura y los mayores daños físicos en la navaja (sin pie, quebrados, destrozados), como es el caso de la extracción con la motobomba; mientras que los daños ocasionados con pinza y gancho encontraría explicación en la escasa pericia del buzo en el manejo de estas modalidades de extracción. El uso de la motobomba con boquilla modificada fue más eficiente frente a una especie objetivo de un crecimiento lento cuyo habitat es sedimento del tipo denominado arena muy fina a media, con presencia de material orgánico altamente vulnerable.

Tabla 8.- Daños físicos por método de extracción de concha navaja en Tamborero

Modalidad de extracción	Número de individuos (%)				
	Total	Buen estado	Quebrados	Sin pie	Destrozados
Pinza	1305	583 (45%)	355 (27%)	318 (24%)	49 (4%)
Gancho	161	61 (38%)	38 (24%)	39 (24%)	23 (14%)
Motobomba	1551	1251 (81%)	218 (14%)	82 (5%)	0
Manoteo	972	793 (82%)	122 (13%)	57 (5%)	0
Dedo	1104	918 (83%)	80 (7%)	106 (9%)	0
Total	5093	3606	813	602	72
Porcentaje		71	16	12	1

Tabla 9.- Coeficientes de correlación de Pearson de las variables originales con las dos componentes principales

Variables	Componente 1	Componente 2
Sin pie	0,868	0,067
Quebradas	0,838	0,404
Destrozadas	0,672	-0,442
Buzo	0,805	-0,007
Método de extracción	-0,117	0,915
Rendimiento (kg/h)	0,486	0,801
Profundidad (m)	-0,394	0,432
Longitud media (lm) en mm	-0,505	0,408

Método de extracción: ACP (2 componentes extraídos)

Tabla 10.- Descripción del sustrato del fondo del área de Tamborero

Puntos	Descripción del sedimento
10°19,750S 78°03,444W	Arena fina, color verde grisácea, compuesta de partículas de minerales, fragmentos calcáreos y micas en menor proporción (< al 5%)
10°19,723S 78°03,410W	Arena muy fina gris clara compuesta de minerales y algunos fragmentos calcáreos del tamaño de grava y arena fina. Materia orgánica color negruzco presente en la muestra, escasos fragmentos calcáreos del tamaño de grava. Presencias de tubos de poliquetos.
10°19,675S 78°03,354W	Arena fina, compuesta de partículas minerales combinada con escasa proporción de fragmentos calcáreos del tamaño de arena gruesa en menor proporción. Presencia de algunas micas.

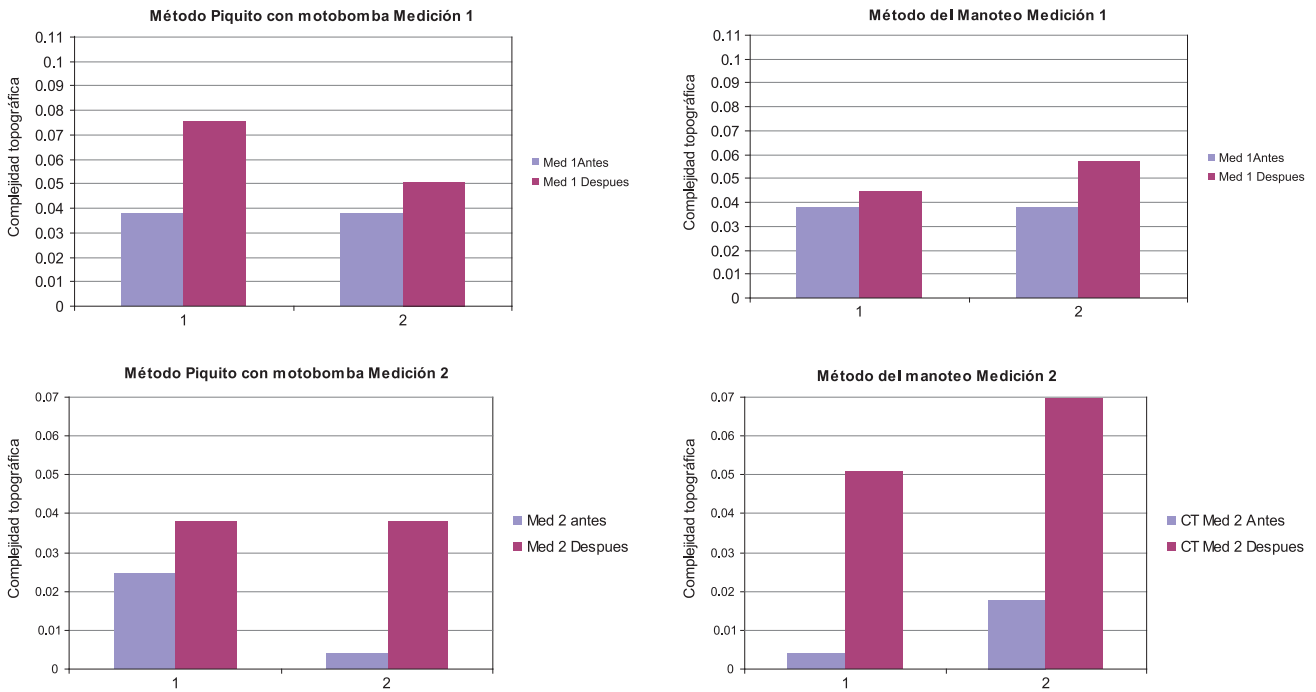


Figura 19.- Variaciones del índice de complejidad topográfica antes y después de la aplicación de cada sistema de extracción sobre el sustrato

MODIFICACIÓN DEL NIVEL DEL SUSTRATO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN

Motobomba con boquilla modificada.- Los valores medidos antes y después de la extracción de concha navaja, mostraron remoción del sustrato con valores que estuvieron entre -2 y -6 cm (Fig. 20).

Dedo y pinza.- El uso de estos métodos generó remoción mínima del sustrato, llegando a -1 cm como máximo (Figs. 21, 22).

Manoteo.- Este método refleja valores de excavación variables desde -0,5 hasta más de -12 cm (Fig. 23).

Gancho.- Los valores de desniveles del sustrato no son muy altos, llegan hasta -3 cm (Fig. 24).

CAUDAL DE SALIDA DE AGUA DE LA MOTOBOMBA

El promedio del caudal de salida de agua de motobomba sin modificación y con modificación fue de 1,948 L/seg y 1,860 L/seg, respectivamente, con una bomba que trabajó al 75% de su potencia efectiva para ambos casos, notándose que la modificación genera menor caudal y hace orificios al extraer la concha navaja y no surcos como el método tradicional con mayor caudal (Tabla 11).

Tabla 11.- Resultados del caudal de salida de agua de motobomba sin y con modificación

Nº Exper.	Motobomba Tradicional (18mm ø interno)		Motobomba modificada (14mm ø interno)	
	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)
1	10,08	1,786	10,02	1,796
2	9,98	1,804	9,86	1,826
3	9,82	1,833	9,74	1,848
4	8,9	2,022	9,52	1,891
5	8,55	2,105	10,28	1,751
6	9,54	1,887	9,65	1,865
7	9,6	1,875	9,44	1,907
8	8,94	2,013	9,39	1,917
9	8,84	2,036	9,53	1,889
10	8,51	2,115	9,41	1,913
Promedio	9,276	1,948	9,684	1,860

PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN DE LA MOTOBOMBA MODIFICADA

El rango de profundidad de excavación (m/seg) de la motobomba modificada sobre el sustrato, estuvo entre 0,29 y 0,36 m con un valor promedio de 0,32 m

(Tabla 12). La velocidad de excavación, establecida al segundo para la motobomba modificada permitió extraer entre 1 y 3 ejemplares por cada orificio sin discriminar por tallas. La presión de agua que se aplica en un punto específico formó agujeros de 15 cm de diámetro y 32 cm de profundidad, aproximadamente.

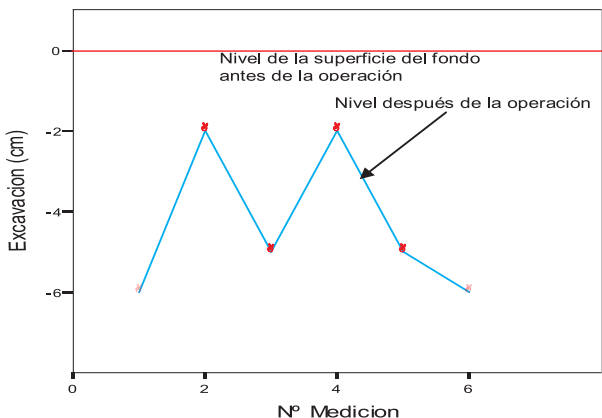


Figura 20.- Motobomba: nivel de excavación del sustrato

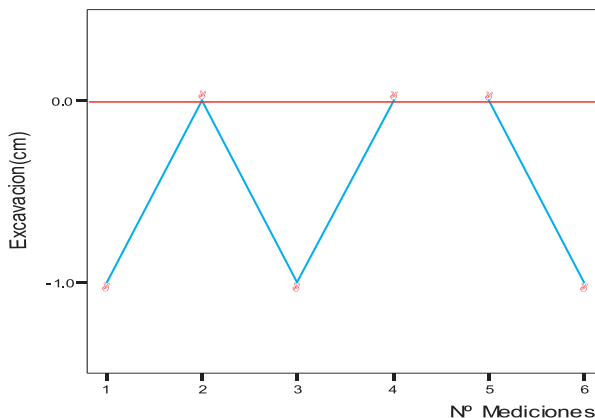


Figura 21.- Manual dedo: nivel de excavación del sustrato

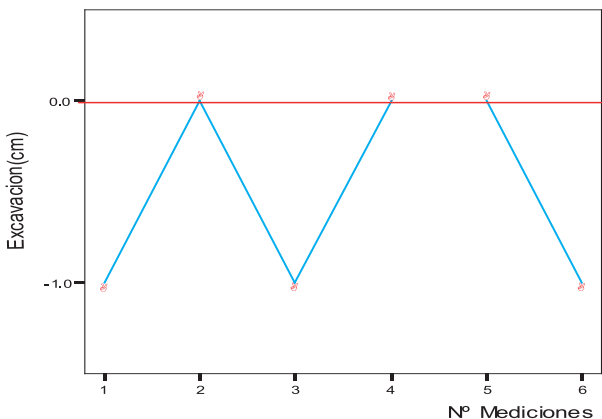


Figura 22.- Pinza: nivel de excavación del sustrato

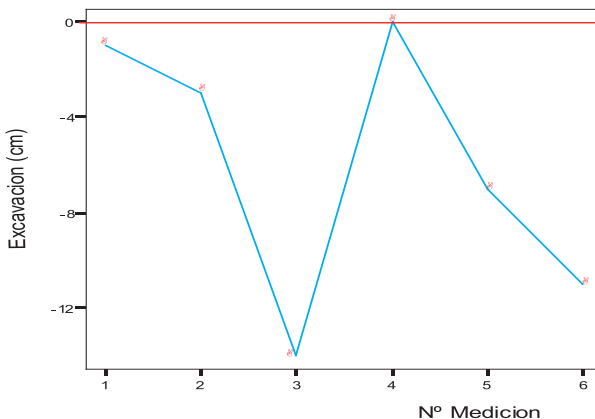


Figura 23.- Manoteo: nivel de excavación del sustrato

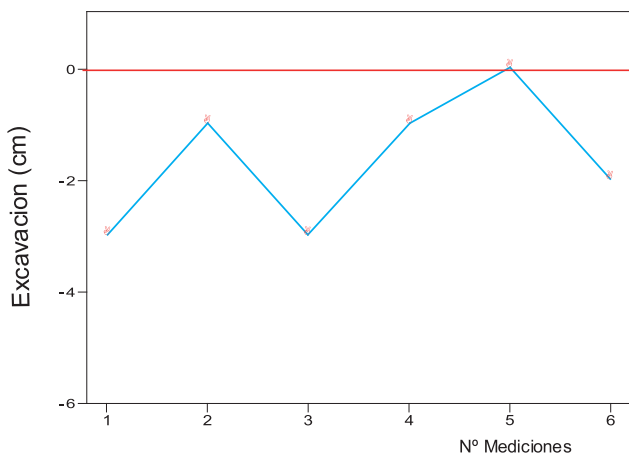


Figura 24.- Gancho: nivel de excavación del sustrato

Tabla 12.- Profundidad de excavación de motobomba modificada

Nro. experimento	Profundidad de la varilla (cm)	Ejemplares extraídos automáticamente por presión del agua
1	31	0
2	29	0
3	35	3
4	36	1
5	30	2
6	33	0
7	32	1
8	31	2
9	35	2
Promedio	32	

4. DISCUSIÓN

El desarrollo de nuevas pesquerías, debería basarse en un plan de ordenación, previendo pesquerías experimentales, que puedan establecer los niveles iniciales de captura y esfuerzo. La pesca se debería estudiar desde el punto de vista científico y efectuar seguimientos hasta determinar su impacto sobre el recurso siguiendo el código de conducta para la pesca responsable (FAO, 1994).

La concha navaja tiene una amplia distribución a lo largo de las costas pacífica y atlántica del sur de Sudamérica, habitando en fondos areno-fangosos. En el Perú este recurso propio de la infauna marina se encuentra localizado, generalmente, en el sustrato arenoso.

Este recurso, en nuestro país, viene siendo extraído con motobombas, cuyo uso indiscriminado evidenció una significativa remoción del sustrato, daños físicos en el cuerpo de la concha navaja y de los organismos componentes de la biocenosis, lo que impediría la adecuada fijación de larvas y la consecuente disponibilidad de semilla, afectando seriamente el futuro de su población (ZEBALLOS et al. 2004).

HAUTON et al. (2007) realizaron un estudio sobre la eficiencia de un diseño de draga hidráulica comercial con la cual evaluaron la población de dos tipos de concha navaja (*Ensis* spp.) y la eficiencia de pesca del diseño, parámetros que son fundamentalmente importantes para el manejo pesquero sostenible a largo plazo. La eficiencia de la draga hidráulica en términos de biomasa fue 90%, esto indica que podía remover la mayoría de la población de concha navaja, incluido especímenes inmaduros lejos de la talla comercial dentro de su área de trabajo (track width).

En el presente trabajo experimental los resultados del uso de la motobomba con boquilla modificada coinciden con los trabajos antes mencionados ya que tuvo un considerable rendimiento comparado con los otros métodos experimentados. Además, su alto rendimiento estuvo enlazado a una alta penetrabilidad del fondo marino produciendo una remoción en la estructura vertical del sustrato y perturbación de la estabilidad del sedimento, creando además una suspensión de partículas en el medio marino. En este sentido es importante tener en consideración que las navajas viven enterradas en el sedimento y durante las etapas tempranas de vida se encuentran cercanas a la superficie. Adicionalmente, el uso de este método no permitió realizar una buena selección de tallas.

De los resultados de la extracción con las herramientas gancho y pinza, en la experimentación, son las que causan mayores daños físicos, al mismo tiempo que destrazan, quiebran y ocasionan la pérdida del pie de

la concha. Sin embargo, en Chile, para el caso del huepo o concha navaja, se utilizan estas herramientas para optimizar la recolección de ejemplares desde la arena. Según los propios pescadores, la diferencia principal entre estos dos artes de pesca radica en que mediante el gancho se remueve el recurso "desde el fondo", lo cual revuelve el sustrato y causa mortalidad en juveniles. La pinza en cambio, extrae el recurso desde la superficie pero no discrimina por tamaño (Centro de Investigación, Desarrollo y Capacitación en Ciencias del Mar, Mares Chile Ltda. Proyecto FIP N° 2002-26). Al parecer los resultados de la experimentación en Perú podrían estar sesgados debido a la falta de pericia de los buzos al usar el gancho y la pinza.

De acuerdo a los experimentos con diferentes técnicas o modalidades de extracción de la concha navaja anteriormente descrita, las más adecuadas siguen siendo la extracción manual (dedo y manoteo) considerando la selección por tamaños, mínima perturbación y remoción del sustrato, pero falta aun determinar el rendimiento óptimo para que sea comercialmente viable para el pescador.

5. CONCLUSIONES

1. Los métodos de mayor rendimiento fueron la motobomba, el manoteo y el dedo. Las herramientas como la pinza y el gancho tuvieron menor rendimiento. Se identificó una relación inversa entre el rendimiento de captura (kg/h) y la talla media de captura.
2. Los métodos de extracción con pinza y gancho registraron los más bajos niveles de rendimiento y además un alto índice de daños físicos a los individuos de concha navaja, sin embargo, este resultado podría ser explicado por la escasa pericia de los buzos en el uso de estas herramientas.
3. En el caso de la utilización de la motobomba, existió una gran correspondencia entre el alto rendimiento y la mayor cantidad de ejemplares de concha navaja con daños físicos. Los métodos de extracción manual (dedo y manoteo) generaron un menor daño al recurso.
4. El uso de la motobomba con boquilla modificada fue considerablemente eficiente frente a una especie objetivo de un crecimiento lento, cuyo hábitat es sedimento del tipo denominado arena muy fina a media, con presencia de material orgánico, altamente vulnerable.

6. AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Blgo. Walter Elliott, por sus valiosos aportes en el Taller; a los Ings. Dante Jiménez y Romero Camarena, Directores del

Instituto Tecnológico de Huarney, por facilitarnos los laboratorios donde se realizaron los análisis biológicos y al Lic. Germán Chacón, por aportar en la validación de los datos mediante el análisis estadístico.

7. REFERENCIAS

- ÁLAMO V, VALDIVIESO V. 1998, Lista Sistemática de Moluscos Marinos del Perú. Segunda edición. IMARPE. Callao, Perú. 200 pp
- BERRÚ P, TRESIERRA A, GARCÍA V. 2008. Evaluación poblacional de *Ensis macha* "navaja" en Mar Brava (Santa), Los Piños, Colorado, Grita Lobos (Casma), Culebras, Patillos, Canaco y Manache-La Honda (Huarney) (10, 12 - 20 de diciembre 2007). Informe Ejecutivo. IMARPE – Chimbote. Enero 2008
- BERRÚ P, TRESIERRA A, GARCÍA V. 2007. Evaluación poblacional de *Ensis macha* "navaja" en Mar Brava, Bernardino, Patillos, Canaco, Manache y la Zorras, del 9 al 24 de abril del 2007. Inf. Interno. Lab. Costero Inst. Mar del Perú. 51 pp
- CARRIT DE, CARPENTER JH. 1966. Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in sea water. J. Mar. Res. 24: 286-318.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y CAPACITACIÓN EN CIENCIAS DEL MAR. 2002. Ordenamiento de la Pesquería de huepo y navajuela. Mares Chile Ltda. Proyecto FIP N° 2002-26
- CHIRICHIGNO N. 1970. Lista de Crustáceos del Perú. Inf. N° 35. Inst. Mar Perú
- FAO. 1994. Código de conducta para la pesca responsable-operaciones pesqueras-informe de pesca N° 506
- HAUTON C, HOWELL TRW, ATKINSON RJA, MOORE PG. 2007. Measures of hydraulic dredge efficiency and razor clam production, two aspects governing sustainability within the Scottish commercial fishery. Scientific Commons. http://de.scientificcommons.org/r_j_a_atkinson
- HUAMANI S. 2006. Análisis de la pesquería de navaja (*Ensis macha*) entre dos métodos actuales de extracción y sus efectos en la actividad pesquera del Puerto San Juan de Marcona, periodo 2004-2006. Inf. Interno Inst. Mar Perú
- IMARPE Huacho. 2006. Situación del recurso concha navaja (*Ensis macha*) en el banco natural de Promontorio Salinas, Huacho, e impacto del uso de motobombas. Informe Técnico interno
- MENDO J, YAMASHIRO C, RUBIO J, KAMEYA A, JURADO E, MALDONADO M, GUZMÁN S. 1988. Evaluación de la población de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la Bahía Independencia, Pisco. Setiembre-octubre de 1987. Inf. Inst. Mar Perú, 94: 65 pp
- RISK, M. 1972. Fish diversity on the coral reef in Virgin Islands. Atoll. Res. Bull. 193:1-96
- UNIDAD DE TECNOLOGÍA DE EXTRACCIÓN. 2008. Técnicas de extracción de concha navaja. Dirección de Investigaciones en Pesca y Desarrollo Tecnológico. Informe interno. Instituto del Mar del Peru
- UNIDAD DE ESTADÍSTICA Y PESCA ARTESANAL. 2005. Impacto de la pesquería de buceo, sobre el recurso navaja (*Ensis macha*) en la ensenada Morro Quemado (Bahía Independencia-Pisco). Periodo 2000 – 2004. Informe Técnico interno. IMARPE
- ZEBALLOS J, GALINDO O, ZAVALA J, FLORES D. 2004. Situación del recurso navaja *Ensis macha* (Molina, 1972) en Bahía Independencia. Pisco. (Mayo 2004). Inf. Interno Inst. Mar del Perú