

EVALUACION COMPARATIVA DE DOS TIPOS DE MUESTREO EN CHUCHECA (*Grandiarca grandis*) Y PIANGUA (*Anadara tuberculosa*), EN EL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA

Juan Bolaños Montero

Universidad Nacional. Laboratorio de Manglares
Escuela de Ciencias Biológicas, 86-3000 Heredia, Costa Rica

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo para probar la bondad estadística de dos métodos de muestreo de moluscos en el ecosistema de manglar. El muestreo por estratos resultó ser mejor que el muestreo irrestricto al azar.

ABSTRACT

A comparative study was carried out in order to test the statistic goodness of two sampling methods, working with mollusks in the mangrove ecosystem. Stratified random sampling proved to be better than unrestrained random sampling.

INTRODUCCION

La investigación biológica requiere en muchos casos de principios estadísticos que respalden la comprobación de sus hipótesis. Así por ejemplo, la toma de muestras se diseña a partir de experimentación o de muestreo, con la intención de controlar fuentes de variación para mejorar la representatividad de esa muestra (STEEL y TORRIE 1985).

En un intento por maximizar la bondad de los parámetros estimados con muestras, se han desarrollado modelos que se ajustan a situaciones particulares (COCHRAN y COX 1977, STEEL y TORRIE 1985). Esta última consideración reviste importancia capital dentro de la argumentación estadística, pues unida a la conceptualización teó-

rica en investigación, constituye lo que podría denominarse el arte de diseñar una muestra. En un experimento, el investigador identifica las fuentes de variación que inciden sobre sus unidades, de modo que pueda establecerse control sobre ellas y evaluar los tratamientos; si se trata muestreo, todos los factores están dados e implícitos en la medición a realizar, y entonces la conceptualización deriva hacia los factores que han influenciado el resultado que se observa para la variable de interés (SCHEAFFER *et al.* 1986).

La literatura da cuenta de métodos irrestrictos o estratificados para toma de la muestra (WIEGERT 1962, GREEN 1968, PRIETO 1980, CONDE y DIAZ 1985) en trabajos biológicos realizados en zona costera arenosa o rocosa. Sin embargo, cuando el organismo en estudio tiene por hábitat el manglar propiamente dicho, en la mayoría de los casos se obvia la conceptualización que podría recomendar utilizar un modelo determinado; para no aplicar siquiera por su sencillez el muestreo irrestricto, sino que se procede con mecanismos no probabilísticos de conveniencia o de juicio para la obtención de la muestra.

Entre los organismos que se investigan en el ambiente costero, figuran los miembros del filo Mollusca, cuyas familias, géneros y especies son objeto de estudio intensivo. Los moluscos son un componente importante en las cadenas tróficas de muchos otros organismos, y además son una fuente de alimentación importante para los asentamientos humanos allí establecidos y una parte importante de sus recursos económicos (LOPEZ 1991).

Por su importancia económica, en Costa Rica se han investigado entre otras especies, la chucheca (*Grandiarca grandis*), piangua (*Anadara tuberculosa*), chora o mejillón (*Mytella guyanensis*), boludo (*Anadara similis*), almeja (*Protothaca asperrima*) y barba de hacha (*Tagelus peruvianus*), que son las de mayor demanda.

De estas especies se han estudiado patrones de crecimiento, madurez, productividad, rendimiento, distribución y densidad, entre otros (CRUZ y JIMENEZ 1994). Para estas investigaciones ha sido forzoso muestrear las poblaciones en sus respectivas zonas de vida. Es posible que con manejo adecuado, la chucheca, cuya población se recupera lentamente de la pesca excesiva que casi acabó con la especie en el Golfo de Nicoya, vuelva a ocupar su lugar de privilegio en el mercado. En la actualidad es la piangua la única especie que existe en poblaciones comercialmente explotables y que constituye la base fundamental del comercio de moluscos (LOPEZ 1991).

Esta investigación determinó la bondad de aplicar mecanismos probabilísticos de muestreo, al evaluar la precisión relativa de los modelos de muestreo irrestrictamente al azar y estratificado. Se enfatizó la importancia de la conceptualización teórica en la identificación de las posibles fuentes de variación.

MATERIAL Y METODOS

Por su importancia económica, se eligió a *G. grandis* y a *A. tuberculosa* para realizar el estudio, y con ayuda de pescadores se determinaron los principales sitios de colecta de estas especies. A *G. grandis* se la puede encontrar en Punta Morales, Costa de Pájaros, Ensenada, Colorado de Abangares y Bajo Punchal, a *A. tuberculosa* en Estero Punta Morales, Estero Guacimal, Costa de Pájaros, manglar de Colorado de Abangares y todo el manglar que va desde Estero Letras hasta Jicaral y Estero Nancite en Isla Chira.

Se eligieron los sitios de muestreo atendiendo a la importancia del lugar en la producción del molusco respectivo, pensando además en que esto reflejaría también el potencial productivo de la zona para esa especie. Para chucheca, se decidió

trabajar los bancos de Punchal y Puntarenitas, y para piangua se eligieron los esteros de Chilamo y Morote. La investigación tuvo lugar entre los meses de junio y noviembre de 1993, inclusive.

El hábitat de *G. grandis* son los bajos costeros fangoso-arenosos, y la estructura del substrato va de fangoso a arenoso de partículas muy gruesas mientras se avanza de la línea de marea baja a la de marea alta. *A. tuberculosa* habita solamente substratos fangosos asociada a árboles de *Rhizophora mangle*. Se decidió trabajar con tres estratos definidos como: área de marea baja, media marea y marea alta, paralelos a la línea de bajamar, y de aproximadamente 100 metros de ancho cada uno. En cada estrato se definió una franja central de 50 metros de ancho, que dejó un borde entre estratos de 50 metros. El primer estrato consiste en la zona cercana a la línea de marea baja, con pendiente marcada y fango siempre suave, constantemente humedecido o cubierto de agua. El segundo estrato intermedio es un área plana de fango menos suave que pasa más tiempo en seco durante la marea baja. El estrato número tres es de fango casi compacto en el área más alejada de la línea de marea baja. Se ha observado que el primer estrato, tanto para pianguas como para chuchecas, es menos cosechado que el estrato dos, por razones relacionadas con marea y profundidad. Asimismo, el tercer estrato provee poca cantidad de cosecha por encontrarse escasamente irrigado y más compacto. Es poco visitado por los piangueros y no presenta buenas condiciones para que vivan estos moluscos.

Se estableció contacto con un lugareño experimentado en la extracción de moluscos, llamados piangueros, para que tomara la muestra en todos los sitios para las dos especies, para garantizar eficiencia y evitar una fuente de variación adicional trabajando con diferentes muestreadores. El pianguero fue previamente instruido de que, más que el volumen de la cosecha, interesaba seguir el patrón de trabajo y mantener ritmo constante hasta el final.

El fundamento estadístico de la investigación, se tomó de los procedimientos sugeridos por SCHEAFFER *et al.* (1986). Se probaron dos tipos de muestreo, irrestricto al azar y estratificado. En el sitio elegido para cada especie se probaron ambos

métodos, para evaluar comparativamente su eficiencia relativa. Por unidades de muestreo se definieron parcelas diseñadas como cuadrados de 10 metros de lado. Este tamaño se consideró apropiado ya que con una parcela demasiado pequeña aumenta el riesgo de no hallar en ella ningún organismo, y en parcelas grandes el grado de dificultad en el muestreo aumenta considerablemente.

Se cuadrículó un mapa de la zona, y se asignaron coordenadas para realizar la elección aleatoria de las unidades, y trazar los estratos que proveyeran las estimaciones iniciales de varianzas en las muestras piloto para cada uno de los tipos de muestreo en todos los sitios seleccionados. Los muestreos se iniciaron siempre en la parte más distante del límite de marea baja, y en tiempo de aproximadamente mitad de la bajante de marea, para garantizar de cuatro a cinco horas de trabajo diario efectivo.

Se determinaron promedios y varianzas para la variable de densidad de individuos por área en ambos tipos de muestreo. En el caso del muestreo estratificado, se eligió la asignación de Neyman para el tamaño de muestra en los diferentes estratos, que equivale a suponer que el costo por observación es igual en cada estrato (COCHRAN 1976), lo que resulta aceptable en este caso, tanto si el costo se valora en términos de dinero como de tiempo. Se compararon los dos diseños de muestreo y se calculó la precisión de cada diseño en términos del inverso de la varianza (CONDE y DIAZ 1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para cada una de las especies, se tomó una muestra piloto de tamaño $n=15$ cuadrículas en los sitios de interés, utilizando los dos tipos de muestreo, como forma de obtener estimadores para las varianzas irrestrictas

y estratificadas, de modo que se pudiera calcular el tamaño apropiado de muestra a tomar con un 95% de confianza.

Como se puede ver en el cuadro 1, la estratificación revela resultados positivos en la diferencia de las densidades medias y de la variación interna de cada estrato, lo que origina a su vez diferencias en la estimación de los tamaños de muestra de los diversos estratos; también información de la muestra piloto que se condujo para determinar el tamaño apropiado de muestra utilizando el muestreo irrestricto al azar. Se continuó con la toma de información hasta completar los tamaños de muestra requeridos.

El cuadro 2 muestra como para *G. grandis* el primer estrato presentó una densidad media claramente superior al segundo estrato, que tiene relación directa con el hecho de que no siempre queda expuesto en seco, salvo en las mareas negativas, y aun en estos casos, el tiempo de exposición a la cosecha es considerablemente más corto que en el segundo estrato. El tercer estrato, además de ser prácticamente rocoso, queda siempre expuesto a la cosecha en marea baja, razón por la cual no presentó población evaluable. Los intervalos de confianza del 95% para las medias de los estratos I y II son

Cuadro 1.
Resultados de la muestra piloto para la determinación de los tamaños de muestra en ambos tipos de muestreo

<i>Estratificado</i>	<i>Densidad media</i>	<i>Varianza</i>	<i>Tamaño muestra</i>
<i>G. grandis</i>			
Estrato I	1,470	2,132	38
Estrato II	0,130	0,122	10
Estrato III	0,000	0,000	0
<i>A. tuberculosa</i>			
Estrato I	12,130	39,690	92
Estrato II	15,600	97,219	144
Estrato III	3,070	15,761	58
Irrestricto			
<i>G. grandis</i>	0,730	12,006	28
<i>A. tuberculosa</i>	17,070	109,621	125

Cuadro 2.
Determinación de medias y varianzas
para ambos tipos de muestreo

<i>Especie</i>	<i>Tamaño de muestra</i>	<i>Intensidad de muestreo</i> $f=(nh/Nh)$	<i>Densidad media de individuos</i>	<i>Varianza de la media</i>
Estratificado				
<i>G. grandis</i>				
Estrato I	38	0,038	0,970	0,024
Estrato II	10	0,010	0,210	0,016
<i>A. tuberculosa</i>				
Estrato I	92	0,153	12,570	0,415
Estrato II	144	0,240	15,630	0,764
Estrato III	58	0,096	3,100	0,439
Irrestricto				
<i>G. grandis</i>	28	0,009	1,030	0,165
<i>A. tuberculosa</i>	125	0,069	17,000	0,858

[0,6613, 1,2787] y [-0,0480, 0,4680], respectivamente. *A. tuberculosa*, presenta una densidad media superior en el segundo estrato, comprobándose con esto el razonamiento expuesto para ella en el momento de elegir los estratos.

La media irrestricta estimada para ambas especies es mayor que la media estratificada, pero también lo es la estimación para la varianza de la media. Los intervalos de confianza del 95% para las medias de *A. grandis* y *A. tuberculosa* son [0,2174, 1,8426] y [15,1467, 18,8533], respectivamente.

Debe recalarse que la media estratificada para *G. grandis* no alcanza ni siquiera a una unidad por cada 100 m², según se aprecia en el cuadro 3, lo que indica que para una chucheca se requeriría un área de 254 m². En condiciones naturales, en una población sana intacta, por ser una especie en veda total, se podrían esperar has-

ta 3 por m². El intervalo de confianza del 95% para esta media es [-0,4193, 1,2059]. El hecho de encontrar una media tan baja ratifica lo dicho en relación con la presencia de esta especie en el Golfo de Nicoya.

Aunque el muestreo irrestricto ofrece estimadores de tendencia central más elevados que el estratificado, también aumenta considerablemente el coeficiente de variabilidad de los estimadores (cuadro 4), con lo que se pierde precisión y confianza. Una comparación de la precisión relativa de los modelos, la ofrece el cuadro 5, de donde resulta que el muestreo irrestricto al azar tiene una relación de eficiencia de 8,23% con el muestreo estratificado, utilizando la asignación de

Cuadro 3.
Valores de media y varianza total estratificada para ambas especies

<i>Especie</i>	<i>Media general estratificada</i>	<i>Varianza de la media</i>	<i>Precisión</i>
<i>G. grandis</i>	0,393	0,014	73,635
<i>A. tuberculosa</i>	10,433	0,133	7,554

Cuadro 4.
Coefficientes de variación para ambas especies
en los dos tipos de muestreo

Muestreo	<i>G. grandis</i>	<i>A. tuberculosa</i>
Irrestringido	39,449	5,451
Estratificado	29,630	3,487

Cuadro 5.
Comparación de la precisión de los dos tipos de
muestreo para ambas especies

Especie	Varianza	Precisión	Comparación relativa I/E
<i>G. grandis</i>			
Estratificado	0,014	73,635	8,227
Irrestringido	0,165	6,058	
<i>A. tuberculosa</i>			
Estratificado	0,132	7,554	15,417
Irrestringido	0,858	1,165	

Neyman para los tamaños de muestra entre estratos en el caso de *G. grandis*, y de 15,42% en el caso de *A. tuberculosa*.

Lo anterior deja ver la importancia del uso de muestreo probabilístico en el trabajo biológico, toda vez que se posibilita la determinación de una cota de error y de intervalos de confianza para el parámetro a estimar. Es preferible, siempre que las condiciones lo permitan, identificar fuentes de variación que incidan sobre los resultados a medir en el campo, que en caso de ser controladas adecuadamente, mejorarán la precisión de los estimadores obtenidos.

REFERENCIAS

- Cochran, W.G. 1976. Técnicas de muestreo. Ed. CECSA. México. 507 pp.
- Cochran, W.G. y G.M. Cox. 1977. Diseños Experimentales. Ed. Wiley. Nueva York. 611 pp.
- Conde, J.E. y H. Díaz. 1985. Diseño de muestreo aleatorio estratificado aplicado al estudio de poblaciones del género *Uca* (Brachyura, Ocypodidae). Investigaciones Pesqueras 49: 567-579.
- Cruz, R. y J. Jiménez. 1994. Moluscos asociados a las áreas de manglar de la costa pacífica de América Central. Editorial Fundación UNA, Heredia, Costa Rica. 182 pp.
- Green, R.H. 1968. Mortality and stability in a low diversity subtropical intertidal community. Ecology 49: 848-854.
- López, C. 1991. Diagnóstico de la situación de los manglares en Guatemala. CSUCA. Universidad de San Carlos, Guatemala. 44 pp.
- Prieto, A.S. 1980. Some ecological aspects of the bivalve mollusk *Anadara notabilis* in two areas from the Gulf of Carioco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente 19: 119-124.
- Scheaffer, R.L., W. Mendenhall y L. Ott. 1986. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. México D.F. 321 pp.
- Steel, R. y J. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Mc Graw-Hill. Bogotá, Colombia. 622 pp.
- Wiegert, R.G. 1962. The selection of an optimum quadrat size for sampling the standing crops of grasses and forbs. Ecology 43: 125-129.