

El cultivo de esponjas marinas (Spongiidae) en Cuba: Descripción y comparación de dos métodos de esponjicultura

The culture of marine sponges (Spongiidae) in Cuba: Description and comparison of two methods of sponge culture

YOANDRY MARTÍNEZ-ARENCIBIA¹ Y ABEL BETANZOS-VEGA²

¹Empresa Pesquera Industrial de Caibarién (EPICAI). Caibarién, CP 52610, Villa Clara, Cuba.

²Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP). Calle 246 No. 503 entre 5ta. Avenida y Mar, Rpto. Barlovento, Municipio Playa, CP 19100, La Habana, Cuba, E-mail: abel.vega@cip.alinet.cu

RESUMEN

Las esponjas de la familia Spongiidae constituyen un rubro exportable en Cuba desde el siglo XIX. Las denominadas "esponjas de baño" tienen un alto precio en el mercado y su oferta ha disminuido por el impacto de diferentes factores naturales, y de una máxima explotación de las poblaciones silvestres. El cultivo de esponjas, además de una alternativa de producción sostenible, constituye una solución para alcanzar tallas de mercado sin afectar la biomasa silvestre, y garantiza la protección de las poblaciones naturales. Acciones de esponjicultura desarrolladas en el archipiélago de Sabana-Camagüey (ASC), centro norte de Cuba, fueron evaluadas y se describen y comparan dos variantes de cultivo: cultivo de esponjas ensartadas en líneas de monofilamento (tendales) y cultivo de esponjas libres en parcelas cercadas (corrales). Los resultados demuestran la viabilidad de ambos cultivos a partir de la regeneración de fragmentos de esponjas, con tasas máximas de crecimiento mensual de entre 1-2 cm de diámetro, y alcanzan en 12 meses un tamaño acorde con la demanda del mercado. Pasados los primeros seis meses de cultivo ocurre una disminución de la tasa de crecimiento. La calidad del sitio, la selección del método de cultivo según características del sitio, las especies en cultivo, el tamaño de los fragmentos (semillas) para siembra, y el manejo del cultivo, son factores a tener en cuenta para obtener resultados satisfactorios.

Palabras clave: esponjas marinas, talla comercial, tasa de crecimiento en cultivo.

ABSTRACT

The sponges of the Spongiidae family have been an exportable item in Cuba since the 19th century. The so-called "bath sponges" have a high price in the market and their supply has decreased due to the impact of different natural factors, and the maximum exploitation of wild populations. Sponge farming, in addition to a sustainable production alternative, constitutes a solution to reach market sizes without affecting wild biomass, and guarantees the protection of natural populations. Sponge culture actions carried out in Sabana Camagüey archipelago (ASC), north-central Cuba, were evaluated and two culture variants are described and compared: the culture of sponges strung on monofilament threads (clothesline) and the culture of sponges free in fenced plots (corrals). The results demonstrate the viability of both cultures from the regeneration of sponge fragments, with maximum monthly growth rates of between 1-2 cm in diameter, and reaching a size in 12 months according to market demand. After the first six months of cultivation, a decrease in the growth rate occurs. The quality of the site, the selection of the cultivation method according to the characteristics of the site, the species under cultivation, the size of the fragments ("seeds") and the cultivation management, these are factors that must be taken into account to obtain satisfactory results.

Keywords: marine sponges, commercial size, growth rate in culture.

INTRODUCCIÓN

Las esponjas son útiles en la formación de arrecifes, como refugio o alimento de diferentes organismos, y algunas especies de esponjas son susceptibles de explotación comercial debido al incremento de su uso industrial, farmacéutico y doméstico (Alcolado, 1986; Stevely & Sweat, 1994; Espinosa & González, 2002; Hooper & Van Soest, 2002). Las denominadas comúnmente como “esponjas de baño”, de la familia Spongiidae, tienen un alto precio en el mercado y su oferta ha disminuido debido a su reducción natural por enfermedades y por el impacto de otros factores naturales y antropogénicos, como el incremento en la temperatura del agua y en la frecuencia e intensidad de huracanes, la contaminación y la sobreexplotación de las poblaciones naturales (Betanzos-Vega *et al.*, 2019).

La pesca de esponjas en Cuba se desarrolla en dos regiones de la plataforma insular, al centro-norte en zonas del archipiélago de Sabana-Camagüey, y al suroccidente de Cuba en el golfo de Batabanó, pero hay evidencia de que en ambas regiones el stock pesquero está sometido a una intensa explotación, que sumado a las afectaciones del hábitat por factores naturales y antrópicos, han provocado una disminución significativa en su abundancia (Blanco & Formoso, 2009; Betanzos-Vega *et al.*, 2019; Lopeztegui-Castillo *et al.*, 2020).

En la pesquería de esponja en Cuba se ha reportado abundancia de cuatro especies (Alcolado, 1986; Blanco & Formoso, 2009). De las cuatro especies, tres corresponden a las localmente denominadas “machos” del género *Spongia*: *Spongia barbara* (Duchassaing & Michelotti, 1864) denominada en Cuba “macho fino”, la *Spongia obscura* (Hyatt, 1877) o “macho cueva”, y *Spongia graminea* (Hyatt, 1877) o “macho guante”, y del género *Hippospongia* la denominada “hembra de ojo” (*Hippospongia lachne*, Laubenfels, 1936) de mayor valor comercial en Cuba. Según Betanzos-Vega *et al.* (2019), pueden aparecer en la captura otras especies de menor abundancia, con tendencia a la prevalencia de dos o tres especies; Lopeztegui-Castillo *et al.* (2020) refieren que la especie *H. lachne* ha disminuido significativamente su presencia en los desembarques recientes.

La capacidad de las esponjas para crecer a partir de la regeneración de sus propios fragmentos, las hacen candidatas ideales para la esponjicultura (Duckworth *et al.*, 2007). Existen antecedentes satisfactorios de esponjicultura en Cuba en la plataforma suroccidental, golfo de Batabanó (García del Barco, 1972; Ubeda, 1980; Artiaga, 1985) y en áreas del archipiélago de Sabana-Camagüey (ASC) al centro-norte de Cuba, provincia de Villa Clara (Alcolado *et al.*, 2004; Blanco & Formoso, 2009; Quirós *et al.*, 2009; Betanzos-Vega & Valle, 2015), pero sin una permanencia en el tiempo.

Más que una alternativa pesquera, el cultivo de esponjas es hoy una necesidad para compensar la pérdida de biomasa

silvestre, y obtener un incremento productivo con destino a la exportación. Las acciones más recientes de esponjicultura en Cuba se desarrollan desde 2019 en aguas marinas del ASC, por la Empresa Pesquera Industrial de Caibarién (EPICAI), entidad rectora de la pesca en la provincia de Villa Clara. Este estudio tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de las acciones de esponjicultura ejecutadas en esa región, comparar las metodologías aplicadas y evaluar la viabilidad de este tipo de cultivo como necesidad de adaptación pesquera basada en la protección de la biodiversidad y los ecosistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La provincia de Villa Clara, se ubica al centro-norte de Cuba, y limita al norte con el estrecho de la Florida y el canal viejo de Bahamas. Entre su línea de costa y un cordón de cayos e isletas que conforman el archipiélago Sabana-Camagüey, se ubican bahías someras (1,5-2 m de profundidad promedio), y en sus aguas abundan esponjas marinas silvestres de valor comercial, cuya explotación pesquera es realizada por la Empresa Pesquera Industrial de Caibarién (EPICAI) ubicada en el municipio y ciudad de Caibarién.

Los datos de biometría de esponjas y de las características de los cultivos evaluados se recopilaron de las estadísticas de la EPICAI, de informes y publicaciones (Quirós *et al.*, 2009; Betanzos-Vega & Valle, 2015; Pineda, 2018; Martínez-Arencibia, 2020) y corresponden a los cultivos desarrollados en: 1. Las Filipinas (noviembre, 2008 a noviembre, 2009), 2. Las Loras (marzo, 2011 a septiembre, 2012), y 3. al SE de cayo Santa María (febrero, 2020 a febrero, 2021).

Metodología de esponjicultura aplicada en la bahía de Las Filipinas

En la bahía de Las Filipinas (23°03,576'N-080°12,470'W), al norte del poblado de Carahatas (Fig. 1), se realizó un cultivo piloto de esponjas con dos metodologías: 1. Parcelas de una hectárea con profundidad de 1-1,5 m, con fondo de arena y rocas, fueron cercadas con malla hexagonal plástica (Fig. 2) “método de corrales” (Quirós *et al.*, 2009). Según datos de la empresa EPICAI y de Pineda (2018), de aproximadamente 100 esponjas “madre” de más de 15 cm de diámetro (d) se obtuvieron 2 950 fragmentos de esponjas o propágulos de entre 4-4,5 cm de diámetro, dentro de los corrales se distribuyeron de forma confinada un total 2 500 propágulos a una densidad de siembra de una esponja por cada 4 m², y a los 12 meses se procedió a la cosecha. 2. Paralelamente, se sembraron 450 propágulos suspendidos a líneas de nailon monofilamento (“método de tendales”). En determinados meses se realizó biometría a una muestra aleatoria de 50 ejemplares de cada una de las variantes de cultivo, entre un 2-11 % de la población en cultivo (Quirós *et al.*, 2009; Pineda, 2018).

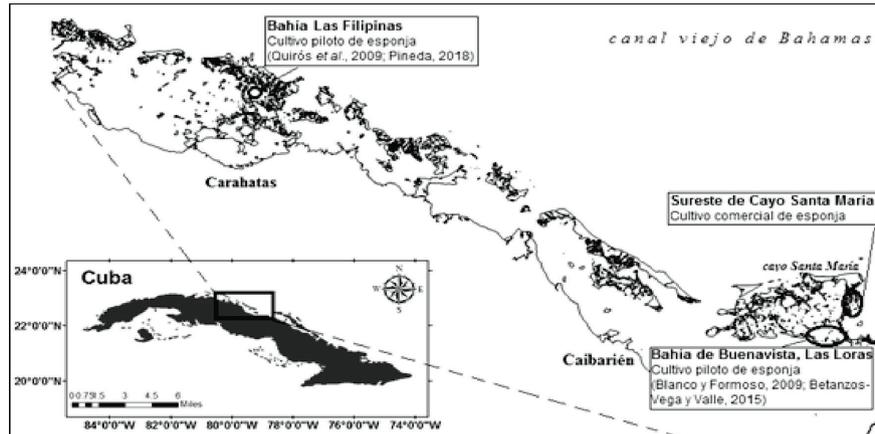


Fig. 1. Ubicación de los sitios de esponjicultura evaluados, en la provincia de Villa Clara.



Fig. 2. Método de corrales. Fragmentos (semillas) de esponjas naturales distribuidas de forma libre dentro de parcelas cercadas (modificado de Quirós *et al.*, 2009).

Metodología de esponjicultura aplicada en Las Loras, bahía de Buenavista

En marzo de 2011 se inició un cultivo piloto comercial de esponjas en la bahía de Buenavista (Fig. 1) en la zona conocida como Las Loras (22°32,038'N-079°10,802'W), en profundidad media de 1,5-2 m, y del corte de 20 esponjas naturales silvestres (esponjas “madre”), de entre 20-25 cm de diámetro, se

obtuvo un total de 300 fragmentos (semillas), con diámetro promedio de 6 cm (Betanzos-Vega & Valle, 2015), que fueron ensartados con una aguja en líneas de nailon monofilamento y extendidas de forma horizontal a una profundidad de entre 30-70 cm del fondo marino (Fig. 3). Durante 18 meses de cultivo se realizaron muestreos trimestrales para biometría y de forma aleatoria, al 10 % ($n = 30$) de las esponjas en cultivo.

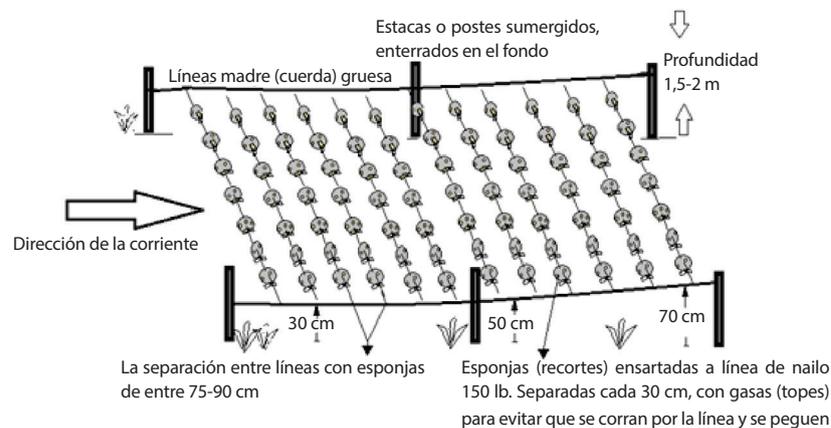


Fig. 3. Método de tendales. Fragmentos (semillas) de esponjas ensartados en líneas de nailon monofilamento, formando tendederas o un “bastidor” separado del fondo marino (modificado de Betanzos-Vega *et al.*, 2019).

Metodología de esponjicultura aplicada al SE de cayo Santa María

A partir de ambas experiencias descritas, y *a posteriori* (2020-2021), EPICAI comenzó un cultivo de esponjas al sureste de cayo Santa María (Fig. 1), entre cayo Martín y cayo Punta Piedra (22°36,447'N-078°58.885'W), y utilizó ambos métodos de esponjicultura. En la metodología aplicada por EPICAI (Martínez-Arencibia, 2020), se utilizaron los criterios operativos de Grovas-Hernández (2011) de coordinar con tripulaciones de la pesca extractiva de esponjas para asumir el desarrollo de la esponjicultura en sus zonas de pesca.

Tres sitios de cultivo en "tendales" fueron seleccionados para monitoreo, y tres sitios para el monitoreo del cultivo en "corrales". De unas 150 esponjas silvestres de aproximadamente 20 cm de diámetro, se realizó la siembra (n total = 4 540 propágulos de esponjas) de 3 200 propágulos en tendales y 1 340 en corrales, en febrero de 2020. En tres ocasiones (mayo y octubre, 2020 y en febrero, 2021) se realizó muestreo a 200 esponjas, de forma aleatoria, según cada variante de cultivo (tendales y corrales). El tamaño de muestra total ($n = 400$) en cada muestreo constituyó el 8,8 % de toda la población en cultivo, y con esos datos se analizó el crecimiento.

En todos los casos de cultivo (Las Filipinas, Las Loras, y al sureste de Cayo Santa María) se trabajó con datos biométricos, la talla según diámetro mayor (d , cm), el incremento ($Inc.$) de la talla a partir de calcular la diferencia entre la talla promedio de cada mes de muestreo respecto a la talla media inicial (siembra) del cultivo, y la tasa de crecimiento promedio mensual, según variantes de cultivo (tendales y corrales) y por meses de muestreo. Con los datos del diámetro se calculó el volumen (V , cm^3) de las esponjas en cultivo, debido a criterios de que aunque el análisis del volumen resulta indirecto, es más adecuado que el del diámetro pues refleja mejor la biomasa incorporada (Yi *et al.*, 2005).

Debido a la morfología casi esférica de las esponjas de cultivo, se determinó el diámetro con un vernier (pie de Rey) por la parte más ancha de la esponja (diámetro mayor), y el volumen según fórmula: $V = 4/3\pi r^3$. La sobrevivencia (%) fue otra variable determinada según cantidad de propágulos sembrados y esponjas contabilizadas a los 12 meses de cultivo.

Análisis estadísticos

Para las comparaciones entre cultivos, los análisis estadísticos se realizaron con el programa STATGRAPHICS® Centurion XV (Statgraphics.Net, Madrid, España), de acuerdo con Zar (2019). Se realizaron pruebas de normalidad de datos (Prueba-F y verificación de la varianza para comparar las desviaciones estándar). En todos los casos se determinó que los valores a analizar presentaron una distribución normal (prueba-F) y se estableció como valor de significación $p = 0,05$. Se utilizó un ANOVA

de una vía, y se muestran en valores subíndices en la razón F (ANOVA) los grados de libertad (gl) entre e intra grupos respectivamente. *A posteriori* se realizó la prueba de múltiples rangos LSD (*Less Significant Difference*) de Fisher para comparación del diámetro (talla) y de la tasa de crecimiento mensual, entre los cultivos evaluados. Los valores promedios en el texto se presentan con la desviación estándar ($\pm DE$).

RESULTADOS

Cultivo de esponjas en la bahía de Las Filipinas (2008-2009)

Se realizó un cultivo en la bahía de Las Filipinas con esponjas de las especies denominadas "macho fino" (*S. barbara*) y "hembra de ojo" (*H. lachne*). Los datos en un año de cultivo mostraron un mayor incremento en talla (d) y en volumen por el método de corrales, que en líneas horizontales. En ambas variantes el mayor incremento en la talla (d) ocurrió en los primeros seis meses, con máximo crecimiento en los primeros cuatro meses de cultivo (Tabla 1; Fig. 4). En el cultivo de esponjas en tendales la tasa de crecimiento mensual fue menor que 1 cm a partir de los nueve meses de cultivo, y en el cultivo en corrales posterior a los diez meses.

En el cultivo de esta área, la siembra se realizó con fragmentos (semillas) de aproximadamente 4 cm de diámetro. Las esponjas en crecimiento por la variante de esponjas libres (corrales) alcanzaron una talla promedio superior (15,3 cm, d), que en la variante de cultivo de esponjas ensartadas en líneas o tendales (13,2 cm, d). La sobrevivencia (%) en las esponjas en corrales fue superior al 95 %, y mayor al 96% las esponjas en tendales, desde la siembra hasta un año de cultivo.

Cultivo de esponjas en bahía de Buenavista (Las Loras, Caibarién)

Este cultivo en tendales contó con semillas (tamaño de entre 5-8 cm de diámetro) de las esponjas denominadas "hembra" (*H. lachne*) 30 %, un 45 % de "macho fino" (*S. barbara*) y un 25 % de "macho guante" (*S. graminea*). Las denominadas esponjas "macho" mostraron mayor crecimiento (diámetro) promedio $18,8 \pm 1,51$ cm, a los 12 meses, que la esponja "hembra" $14,9 \pm 0,98$ cm. Al igual que el cultivo de esponjas en tendales de Las Filipinas, el cultivo realizado en Las Loras mostró una tasa mensual de crecimiento mayor en los primeros seis meses, que se redujo por debajo de 1 cm posterior a los nueve meses de cultivo (Tabla 2), esto indica un crecimiento alométrico, crecimiento que se redujo en el tiempo y según se incrementó la talla, como se observa en la variación mensual del diámetro (Fig. 5) y en el volumen promedio (Tabla 1). El tiempo total de cultivo evaluado fue de 18 meses, y la talla alcanzó diámetros de entre 18-23 cm, con $19,0 \pm 2,01$ cm de diámetro promedio.

Tabla 1. Biometría de esponjas por meses en el cultivo de Las Filipinas según variantes, tendales ($n = 50$) y corrales ($n = 50$). Valores promedio de: Volumen (V), diámetro mayor (d), incremento ($Inc.$) del diámetro respecto a la talla de siembra, y tasa de crecimiento mensual (nov., 2008-nov., 2009)

Período de cultivo	Mes	Tendales				Corrales			
		V (cm ³)	d (cm)	$Inc.$ (cm)	Tasa (cm)	V (cm ³)	d (cm)	$Inc.$ (cm)	Tasa (cm)
Siembra	nov.	33,51	4			47,71	4,5		
(2 meses)	ene.	124,79	6,2	2,2	1,10	212,2	7,4	2,9	1,45
(4 meses)	mar.	492,81	9,8	5,8	1,45	606,13	10,7	6,2	2,07
(6 meses)	may.	755,50	11,3	7,3	1,22	1 022,66	12,5	8,0	1,33
(8 meses)	jul.	927,59	12,1	8,1	1,01	1 288,25	13,7	9,2	1,15
(9 meses)	ago.	1 047,4	12,6	8,6	0,96	1 436,76	14,5	10,0	1,11
(12 meses)	nov.	1 231,84	13,2	9,2	0,77	1 873,88	15,3	10,8	0,90

Tabla 2. Biometría de esponjas ($n = 30$) según meses muestreados en el cultivo de Las Loras, variante de tendales. Valores promedio de: Volumen (V), diámetro mayor (d), incremento ($Inc.$) del diámetro respecto a la talla de siembra, y tasa de crecimiento mensual (marzo, 2011-septiembre, 2012)

Período de cultivo	Mes	Tendales			
		V (cm ³)	d (cm)	$Inc.$ (cm)	Tasa (cm)
Siembra	mar./2011	113,10	6		
(3 meses)	jun.	448,92	9,5	3,5	1,17
(6 meses)	sept.	1 072,53	12,7	6,7	1,12
(9 meses)	dic.	1 912,33	15,4	9,4	1,04
(12 meses)	mar./2012	2 618,11	17,1	11,1	0,93
(15 meses)	jun.	3 208,88	18,3	12,3	0,82
(18 meses)	sept.	3 591,37	19	13,0	0,72

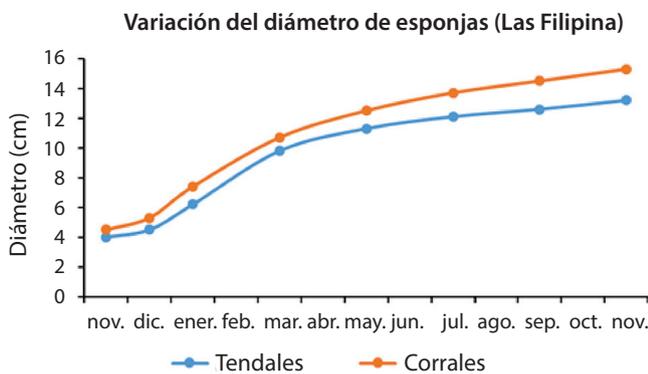


Fig. 4. Variación mensual de la talla promedio (diámetro mayor) de esponjas de la especie *S. barbara* ("macho fino") según variantes de cultivo en tendales y en corrales (nov., 2008-nov., 2009).

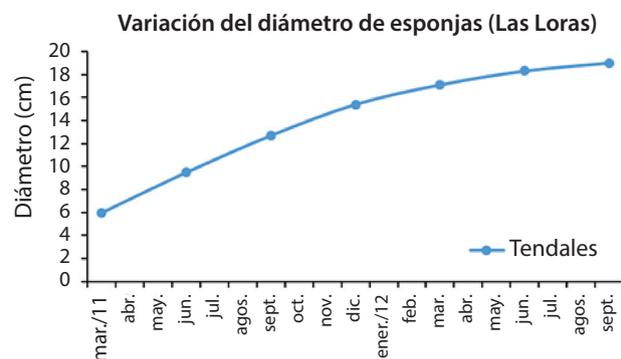


Fig. 5. Variación mensual de la talla promedio (diámetro mayor) del cultivo de esponjas *H. lachne* ("hembra de ojo"), *S. barbara* ("macho fino"), *S. gramínea* ("macho guante"). Método de tendales (marzo, 2011-sept., 2012).

Al analizar un año de crecimiento tras la siembra inicial, para la comparación con los otros cultivos aquí estudiados, la talla promedio del cultivo en Las Loras fue superior ($17,1 \pm 1,05$ cm) que la talla obtenida en ambas variantes de cultivo en las Filipinas, en 12 meses, pero hay que señalar que la talla promedio de siembra (6 cm de diámetro) fue superior en 2 cm a la talla de siembra en el cultivo de Las Filipinas. La sobrevivencia al año, de las esponjas en cultivo, fue de un 96,8 %, y a los 18 meses del 95 %.

Cultivo de esponjas al sureste de Cayo Santa María (Caibarién)

En este cultivo se realizó biometría en cada muestreo a un total de 200 esponjas de diferentes especies en tendales y 200 más en corrales. La talla promedio alcanzada a los 12 meses fue ligeramente superior (13,98 cm de diámetro) en el

cultivo por tendales respecto a la talla promedio en corrales (13,64 cm de diámetro). En ambos casos la talla de siembra (Tabla 3) fue mayor en 6 y 4 cm a la talla de siembra de los cultivos antes mencionados (Tablas 1 y 2).

El máximo crecimiento se alcanzó en los primeros cuatro meses de cultivo, tanto en el cultivo por tendales como por corrales (Fig. 6), y la tasa de crecimiento mensual fue siempre inferior a 1 cm; situación que puede relacionarse a varios factores, y uno de ellos se relaciona con la talla de siembra (10 cm de diámetro), ya que según se observó en los cultivos anteriormente analizados (Tablas 1 y 2), posterior a la talla de 10 cm la tasa de crecimiento mensual se redujo a menos de 1 cm/mes. Independiente de un mayor crecimiento de las esponjas en tendales, la variación mensual del diámetro no mostró un buen incremento entre los cuatro y nueve meses de cultivo (Fig. 6). La supervivencia al año de cultivo fue superior al 96 % en ambas variantes.

Tabla 3. Biometría de esponjas por meses según variantes de cultivo, tendales ($n = 200$) y corrales ($n = 200$) al sureste de cayo Santa María. Valores promedio de: Volumen (V), diámetro mayor (d), incremento ($Inc.$) del diámetro respecto a la talla de siembra, y tasa de crecimiento mensual (febrero, 2020-febrero, 2021)

Período de cultivo	Mes	Tendales				Corrales			
		V (cm ³)	d (cm)	$Inc.$ (cm)	Tasa (cm)	V (cm ³)	d (cm)	$Inc.$ (cm)	Tasa (cm)
siembra	feb.	523,60	10,00			523,6	10,00		
(3 meses)	may.	1 099,03	12,80	2,80	0,93	811,82	11,57	1,57	0,52
(8 meses)	oct.	1 216,11	13,24	3,24	0,41	1 044,91	12,59	2,59	0,32
(12 meses)	feb.	1 431,19	13,98	3,98	0,33	1 327,95	13,64	3,64	0,30

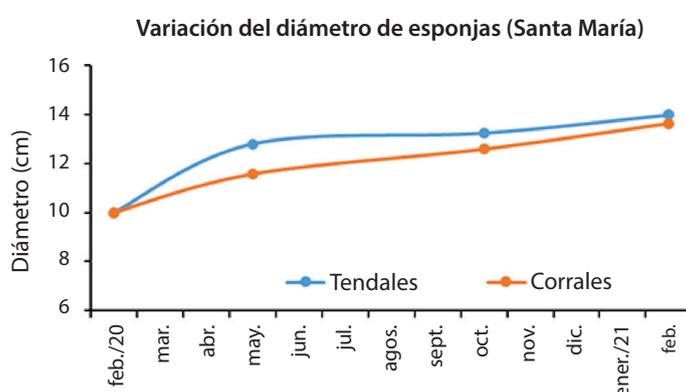


Fig. 6. Variación mensual de la talla promedio (diámetro mayor) del cultivo de esponjas *H. lachne* ("hembra de ojo"), *S. barbara* ("macho fino") *S. gramínea* ("macho guante"), y *S. obscura* ("macho cueva"), en tendales y corrales (febrero, 2020-febrero, 2021).

Comparación entre sitios y variantes de cultivos

Al comparar la variación mensual de la talla (diámetro) entre los diferentes sitios y variantes de cultivo no se encontró di-

ferencias estadísticamente significativas (ANOVA; $F_{(4,15)} = 0,27$, $p = 0,8944$), pero sí hubo diferencia (ANOVA; $F_{(4,19)} = 7,73$, $p = 0,007$) en la tasa mensual de crecimiento entre sitios y variantes. El mayor incremento en diámetro (11,1 cm) y volumen (2 618,1 cm³) alcanzado en 12 meses de cultivo, res-

pecto a la talla inicial, ocurrió en el cultivo en tendales que se realizó en Las Loras entre marzo de 2011 y marzo de 2012 (Tabla 2), siendo mayor la tasa de crecimiento mensual en Las Filipinas, en ambas variantes de cultivo. Entre los tres sitios de cultivo en tendales hubo diferencias significativas en la tasa de crecimiento, al igual que entre los dos sitios de cultivo en corrales (Fig. 7).

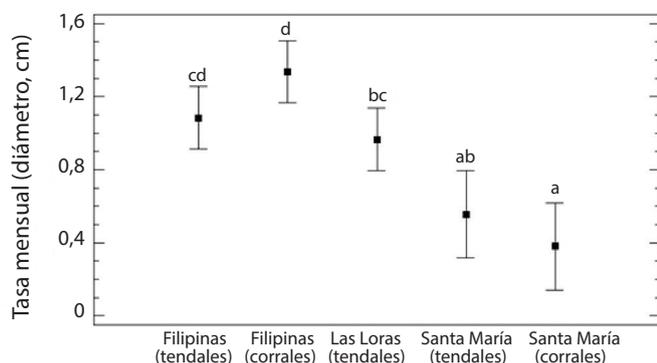


Fig. 7. Comparación de la tasa de crecimiento entre sitios y variantes de cultivo. Medias e intervalos LSD de Fisher. Letras desiguales indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

La máxima tasa de crecimiento mensual ocurrió en bahía Las Filipinas y la tasa mínima al sureste de Santa María, en ambos casos con la variante de cultivo en corrales (Fig. 7). Esto indica que la calidad del sitio de cultivo es un factor importante a considerar.

DISCUSIÓN

Ambos métodos (tendales y corrales) son factibles para obtener esponjas con tallas entre 13-17 cm de diámetro mayor en un año, si se siembran con tamaños de entre 4-8 cm respectivamente. La diferencia en la tasa mensual de crecimiento entre sitios de cultivo, ha sido relacionada con las características y calidad hidrológica de los sitios, diversidad y disponibilidad del alimento (plancton), a la talla inicial de siembra y a las características endógenas de cada especie (García del Barco, 1972; Yi *et al.*, 2005; Butler IV *et al.*, 2017), pero también con el manejo, y la selección de la variante de cultivo según características batimétricas y de tipología de los fondos marinos (Pineda, 2018; Betanzos-Vega *et al.*, 2019).

En el cultivo de esponjas de cayo Las Loras (marzo, 2011-sept., 2012) el tiempo en crecimiento sobrepasó los 12 meses, porque el objetivo era lograr esponjas con diámetro de 20 cm para utilizar una parte como esponjas "madre", cuyo volumen ($4\ 188,8\ \text{cm}^3$) permite obtener unos 35 recortes (propágulos) de aproximadamente 6 cm de diámetro, para habilitar otros cultivos sin necesidad de utilizar para ese fin las esponjas silvestres (Betanzos-Vega & Valle, 2015). La baja tasa de crecimiento en el cultivo más reciente (febrero,

2020-febrero, 2021), al sureste de cayo Santa María, se debe a la talla de siembra (10 cm de diámetro), sin descartar las características del sitio (Martínez-Arencibia, 2020), de muy baja profundidad ($< 1\ \text{m}$) y alta transparencia (100 %), lo que indica poca abundancia de plancton y permite una mayor incidencia de la radiación solar y ultravioleta, que afectan el crecimiento (Yi *et al.*, 2005; Butler IV *et al.*, 2017).

Los antecedentes de esponjicultura en Cuba muestran una alta sobrevivencia ($> 93\%$), pero refieren bajas tasas de crecimiento con períodos de más de 2 años para lograr las tallas comerciales de las esponjas (García del Barco, 1972; Ubeda, 1980; Artiaga, 1985; Grovas-Hernández & Oliva-Mieres, 1999). Esta larga espera desde siembra a cosecha puede ser una de las causas de que el cultivo de esponjas no haya alcanzado un escalado y generalización en Cuba.

En el estudio más reciente sobre la abundancia y talla de esponjas comerciales en Cuba (Lopeztegui-Castillo *et al.*, 2020) se expresa, un incremento de la demanda de esponjas comerciales con tallas (diámetro) por debajo del tamaño mínimo legal en Cuba para las esponjas de mar (GOC-044/2021), por tal razón se considera que el cultivo es la única opción para alcanzar tallas de comercialización que satisfagan la demanda actual del mercado internacional.

CONCLUSIONES

Las variantes o métodos de esponjicultura evaluados (tendales y corrales), demostraron tasas de crecimientos factibles en 12 meses de cultivo para un tamaño según demanda actual del mercado, y es una opción necesaria para incrementos productivos y para la protección de las poblaciones silvestres de esponjas.

RECOMENDACIONES

Introducir o consolidar la esponjicultura en las regiones esponjíferas de Cuba, y destinar una parte no menor del 25 % de la biomasa en cultivo para su uso como esponjas "madre", manteniéndolas en cultivo hasta alcanzar tallas superiores a 20 cm de diámetro, para obtener por cada esponja más de 30 fragmentos de entre 4-6 cm para prolongación del cultivo.

REFERENCIAS

- Alcolado, P. M. (1986). *Las Esponjas*. Ed. Científico-Técnica, La Habana, Cuba.
- Alcolado, P. M., Grovas-Hernández, A. & Marcos, Z. (2004). General comments on species inventory, fisheries, culture and some community features of Porifera in Cuba. *Bollettino dei Musei e Degli Istituti Biologici dell' Università di Genova*, 68, 175-186.

- Artiaga, L. (1985). Análisis de los resultados de la cosecha de un parque de cultivo de esponjas en el CPI Batabanó. Trabajo de Diploma, Instituto de la Pesca Andrés González Lines; La Habana, Cuba.
- Betanzos-Vega, A. & Valle, S. (2015). La subsistencia de los pescadores: alternativas y prácticas sostenibles (pp. 174-185). En: Menéndez-Carrera, L., Arellano-Acosta, M. & Alcolado P. M. (Eds.), *¿Tendremos desarrollo socioeconómico sin conservación de la biodiversidad? Experiencias del proyecto Sabana-Camagüey en paisajes productivos*. La Habana, Ed. AMA, Impresos dominicanos, S.R.L., 223 pp.
- Betanzos-Vega, A., Mazón-Suástegui, J. M., Formoso-García, M. & Avilés-Quevedo M. A. (2019). Sponge Fishery and Aquaculture in Cuba: Impacts and Challenges. Chapter 6 (pp. 103-117). In: Sajal Ray, G. Diarte-Plata & R. Escamilla-Montes (Eds.), *Invertebrates. Ecophysiology and Management*. IntechOpen Books. <https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.84785>
- Blanco, J. & Formoso, M. (2009). La esponjicultura en Cuba. *Revista ACPA*, 1, 22-23.
- Butler IV, M., Behringer, D. C. & Valentine, M. M. (2017). Commercial sponge fishery impacts on the population dynamics of sponges in the Florida Keys, FL (USA). *Fisheries Research*, 190, 113-121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2017.02.007>
- Duckworth, A., Wolff, C. & Evans-Illidge, E. (2007). Developing methods for commercially farming bath sponges in tropical Australia. In *Porifera Research: Biodiversity, Innovation and Sustainability*, pp. 297-302.
- Espinosa, L. & González, D. (2002). "Sinopsis de las Esponjas Comerciales en Cuba" en XV Foro de Ciencia y Técnica. CIP. MIP, 14 pp.
- García del Barco, F. (1972). *Manual de Esponjicultura*. MIP, La Habana, Cuba, 10 pp.
- GOC-044 (2021). *Gaceta Oficial-407-044. Resolución No. 47/2021 del Ministerio de la Industria Alimentaria. Gaceta Oficial de la República de Cuba Ministerio de Justicia No. 044* (pp. 1372- 1373), del 28 de abril de 2021, La Habana, Cuba: <http://www.gacetaoficial.cu>
- Grovas-Hernández, A. J. & Oliva-Mieres, D. (1999). Análisis de las pesquerías de esponjas de la Asociación PESCAT. *Rev. Mar y Pesca*, 319, 1-30.
- Grovas-Hernández, A. J. (2011). *Manual de procedimientos operacionales de trabajo para las minigranjas esponjícolas atendidas por tripulaciones extractivas*. Ministerio de la Industria Alimentaria, Dirección de Pesca, 34 pp.
- Hooper, J. N. A. & Van Soest, R. W. M. (2002). *Systema Porifera. A Guide to the Classification of the Sponges*. Klumer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Lopeztegui-Castillo, A., Betanzos-Vega, A. & Formoso-García, M. (2020). Abundancia y talla de esponjas comerciales (Spongiidae) en el golfo de Batabanó, Cuba: actualización y recomendaciones de manejo. *Rev. Invest. Mar.*, 40(1), 72-85.
- Martínez-Arencibia, Y. (2020). Cultivo de esponjas: Alternativa pesquera sostenible. *El Bohío*, 10(7), 12-17. Boletín electrónico. ISSN 2223-8409. Disponible en: <http://www.portalelbohio.es>
- Pineda, L. (2018). Evaluación del cultivo de esponjas rodadoras como alternativa pesquera para la conservación en el Refugio de Fauna Las Picúas-Cayo Cristo. Tesis presentada en opción del grado de Maestro en Ciencias. Universidad Central Marta Abreu, Villa Clara, Cuba.
- Quirós, Á., Perdomo, M. E., Rodríguez, E. & Silverio L. C. (2009). *Cultivo de esponjas marinas. Manual de buenas prácticas*. Resultado del Proyecto CUB/OP/2/07/09 "Uso Sostenible de los Recursos Naturales en la Comunidad Costera de Carahatas", CESAM-CITMA, Villa Clara, Cuba, 15 pp.
- Sevely, J. M. & Sweat, D. E. (1994). A preliminary evaluation of the commercial sponge resources of Belize with reference to the location of the Turneffe Islands sponge farm. *Atoll Res. Bull.*, 424, 1-21.
- Ubeda, L. (1980). Sembrando esponjas en el golfo de Batabanó. *Mar y Pesca*, 183, 32-35.
- Yi, Q., Wei, Z., Hua, L., Xingju, Y. & Meifang, J. (2005) "Cultivation of marine sponges" en *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 23(2), 194-198.
- Zar, J. H. (2019) *Biostatistical analysis* (5th ed.). Ed. Prentice Hall. New Jersey, 66 pp.