



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

ESTUDIO COMPARATIVO DE PATRONES MORFOMÉTRICOS DEL
MEJILLÓN MARRÓN *Perna perna* (Linnaeus, 1758), DE VARIAS
LOCALIDADES COSTERAS
DEL ESTADO SUCRE, VENEZUELA

(Modalidad: Tesis de grado)

JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ESPINOZA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CUMANÁ, 2012

ESTUDIO COMPARATIVO DE PATRONES MORFOMÉTRICOS DEL
MEJILLÓN MARRÓN *Perna perna* (Linnaeus, 1758), DE VARIAS
LOCALIDADES COSTERAS
DEL ESTADO SUCRE, VENEZUELA

APROBADO POR:

Profa. Carmen Alfonsi
Asesora

Jurado

Jurado

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMEN.....	v
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	7
Área de estudio.....	7
Guayacán.....	7
Guaca	8
Río Caribe	8
Cipara	8
Trabajo de campo.....	8
Recolección de las muestras.....	8
Trabajo de laboratorio.....	9
Análisis Morfométrico	9
Análisis Estadísticos	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
Estudio de longitud.	13
Estudio de altura.....	14
Caracteres morfométricos.	18
Análisis de componentes principales	18
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
HOJAS DE METADATOS	37

DEDICATORIA

Dedicado con mucho cariño a:

Mis padres, Juan José y Balbina.

Mis Abuelos, Juan Manuel, Florentina (†), José Gregorio (†) y Ana (†).

Mis Tíos y Tías.

Mis Primos y Primas.

Mi Sobrina Jacqueline.

Siempre presentes en mi memoria.

AGRADECIMIENTO

A Dios principalmente, por darme la vida.

A mi madre **Balbina** y a mi padre **Juan José**, por su confianza y motivación.

A mis hermanas **Elianny, Alexandra y Karina**, a mi tío **Vicente** y a mi familia entera porque de una forma u otra han influenciado y contribuido para alcanzar esta meta.

A la Universidad de Oriente, al Departamento de Biología y al Instituto Oceanográfico de Venezuela, por brindarme la oportunidad de hacer vida en sus instalaciones y ser parte de esta familia.

A mi asesora la Dra. **Carmen Alfonsi**, al Dr. **Julio Pérez** y la profesora **Sinatra Salazar** por soportarme, orientarme, brindarme su apoyo y por su paciencia durante el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros y compañeras del Laboratorio de Genética del IOV:

José Moreno, por sus recomendaciones.

Bladimir Gómez, por su ayuda y consejos.

Carol Larez, por ser una guía en esta aventura.

José G. Palao, por sus sugerencias.

A TODOS, GRACIAS!!!

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen bibliográfico donde se incluyen algunos de los trabajos publicados a nivel mundial referidos a morfometría de bivalvos entre 1991 y 2005.....	5
Tabla 2. Identificación y nomenclatura empleada para los hitos morfológicos establecidos en la cara interna de la concha de los mejillones <i>Perna perna</i> provenientes de la costa norte del estado Sucre, Venezuela.	10
Tabla 3. Medidas de la concha consideradas en ejemplares de <i>Perna perna</i> provenientes de cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela. .	11
Tabla 4. Márgenes y promedios de altura en centímetros de las conchas de los mejillones marrones provenientes de cuatro localidades de la costa norte del estado Sucre, Venezuela.....	15
Tabla 5. Valores de las ecuaciones de la recta, producto de la relación longitud/altura de la concha del mejillón marrón <i>Perna perna</i> de cuatro localidades de la costa norte del estado Sucre, Venezuela.....	16
Tabla 6. Comparación de interceptos y pendientes por localidad para determinar la significancia existente entre las variables longitud/altura del mejillón marrón <i>Perna perna</i> de cuatro localidades de la costa norte del estado Sucre, Venezuela.	17
Tabla 7. Porcentaje de variación explicada y variación acumulada para los 3 primeros componentes principales en el mejillón marrón <i>Perna perna</i> proveniente de cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de muestreo. 1= Guayacán, 2= Guaca, 3= Río Caribe, 4= Cipara.....	7
Figura 2. Ubicación de los hitos morfológicos en la parte interna de las conchas del <i>Perna perna</i> proveniente de las localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.....	9
Figura 3. Variables medidas a partir de los hitos morfológicos establecidos.	11
Figura 4. Promedio, desviación estándar y formación de grupos acorde a la longitud de las conchas del mejillón marrón <i>Perna perna</i> provenientes de cuatro localidades costeras del estado Sucre, Venezuela.....	13
Figura 5. Promedio, desviación estándar acorde a la altura de las conchas del mejillón marrón <i>Perna perna</i> provenientes de cuatro poblaciones costeras del estado Sucre, Venezuela.....	15
Figura 6. Representaciones gráficas de las relaciones entre los componentes principales (CP) 1-2, 1-3 y 2-3 del análisis de los patrones morfométricos del mejillón marrón <i>Perna perna</i> de cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.....	20
Figura 7. Representación gráfica de los valores con mayor y menor peso de las variables morfológicas estudiadas con el CP-1 para las cuatro localidades costeras de <i>Perna perna</i> del norte del estado Sucre, Venezuela.	21
Figura 8. Medidas con mayor peso en la diferenciación de los organismos de las cuatro localidades en estudio, según el CP-1.	22
Figura 10. Medidas con mayor peso en la diferenciación de los organismos de las cuatro localidades en estudio, según el CP-2.	24
Figura 11. Representación gráfica de los valores con mayor y menor peso de las variables morfológicas estudiadas con el CP-3 para las cuatro localidades costeras de <i>Perna perna</i> del norte del estado Sucre, Venezuela.	24
Figura 12. Medidas con mayor peso en la diferenciación de los organismos de las cuatro localidades en estudio, según el CP-3.	25
Figura 13. Dendrograma de similitud que muestra el grado de asociación del mejillón marrón <i>Perna perna</i> entre las cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.....	28

RESUMEN

Para estudiar diferencias entre muestras de distintas localidades se analizaron 126 individuos de *Perna perna* provenientes de cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela. Se separaron las conchas seleccionando las valvas derechas, se identificaron y fotografiaron junto a una escala de referencia. Sobre las imágenes digitalizadas se ubicaron un total de 20 hitos morfológicos, determinando las coordenadas cartesianas correspondientes a cada uno de ellos. A partir de estos se obtuvieron 11 medidas (distancias), más dos adicionales: longitud (L) y altura (A) las cuales fueron expresadas en milímetros. Los datos generados fueron ordenados y catalogados con la ayuda del programa computarizado EXCEL 2003. Se aplicó un ANOVA I con prueba *a posteriori* LSD que determinó diferencias altamente significativas entre las longitudes de las conchas de los mejillones ($F_s=287,14$; $p<0,001$). Se formaron tres grupos: Cipara, Guayacán-Río Caribe y Guaca. En cuanto a altura, los grupos formados fueron Cipara, Guayacán y Río Caribe-Guaca. Se encontraron relaciones significativas entre la longitud y la altura de los organismos por localidad (valores F y T). Las tendencias de variación morfológica entre localidades fueron estimadas a partir de una matriz varianza-covarianza de las distancias interhitos, mediante un ACP, donde el CP1 explicó la mayoría del total de la variación entre los datos (98%), CP2 y CP3 arrojaron valores menores pero complementarios para la variación explicada. Las variables más importantes en los 3 primeros componentes fueron las que indicaron la posición de los músculos y el tamaño del ligamento en la concha. Para el establecimiento de las diferencias morfológicas entre localidades se realizó un MANOVA el cual ratificó la existencia de diferencias entre las localidades estudiadas $LW= 0,016$, $F= 30,01$ y $P= 2,277^{79}$ ($P< 0,001$). Se elaboró un dendrograma, que estableció el grado de similitud entre las localidades con la formación de tres grupos bien diferenciados Guayacán, Guaca-Río Caribe y Cipara.

INTRODUCCIÓN

La familia Mytilidae, perteneciente a la clase Bivalvia, agrupa especies con valvas iguales, conchas livianas, periostraco liso o con incrustaciones en forma de pelos o escamas; biso desarrollado, charnela larga con dientes reducidos y umbos agudos. Además, algunas especies producen concreciones nacaradas o perlas. Son sedentarias y de amplia distribución geográfica (Lodeiros *et al.*, 1999).

Las especies del género *Perna* forman parte de esta familia y vulgarmente se les conoce con el nombre de mejillones. Este género tropical/subtropical, según Siddall (1980) y Vakily (1989), comprende tres especies: *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791), *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) y *Perna perna* (Linnaeus, 1758). Basándose en la forma y el color de la superficie de su concha, *P. canaliculus* y *P. viridis* frecuentemente son llamados mejillones verdes, mientras que a *P. perna* se le conoce como mejillón marrón.

Perna perna es común en zonas rocosas y de aguas turbulentas, puede alcanzar una talla de hasta 170 mm, presenta un periostraco de color variado, de marrón claro a negro azulado, liso, con margen posterior recto, charnela con 1-2 dientes, bordes anterior y posterior de la concha rectos. La superficie interna de la concha presenta un color blanco grisáceo o violáceo y está marcada por las impresiones musculares siguientes: una pequeña de forma alargada en el margen antero-dorsal, correspondiente al músculo retractor anterior del biso y fibras del músculo retractor pedal. Una de mayor tamaño de forma irregularmente redondeada cerca del ángulo dorsal correspondiente a los músculos retractores posteriores del biso y cuya rama dorsal es alargada y corresponde al músculo aductor posterior. Justamente en posición posterior-dorsal a esta última, está la impresión de los músculos de la membrana anal. Como característica principal para este género, el músculo aductor anterior está ausente (Beaupérthuy, 1967; Lodeiros *et al.*, 1999; Urbano *et al.*, 2005).

Esta especie fue descrita originalmente en el estrecho de Magallanes y se le considera nativo del Atlántico Sur, de las costas africanas y sudamericanas (Beauperthuy, 1967). Sin embargo, Berry (1978) reportó su distribución en el mar Rojo, Madagascar, la costa Este de África, desde el centro de Mozambique hasta bahía Falsa en el Cabo; la costa oeste de África desde la bahía de Luderiz, el Mediterráneo desde Gibraltar hasta el golfo de Túnez; Brasil, Uruguay, Venezuela, las Antillas y el estrecho de Magallanes. En 1990 fue reportada por primera vez al sur de Texas en los muelles del Puerto Aransas (Hicks y Tunnell, 1995).

En el Caribe, su introducción se realizó con propósitos de cultivo; luego se dispersó a áreas cercanas (Rylander *et al.*, 1996; Rajagopal *et al.*, 2006). *Perna perna* arribó a las costas uruguayas y brasileñas posiblemente por una mezcla de actividades humanas y naturales (Orensanz *et al.*, 2002), siendo las principales causas su transporte en los cascos de embarcaciones y en el agua de lastre (Jhonson *et al.*, 2006). Es posible que su llegada a las costas orientales de Venezuela haya sido como expansión de ámbito desde las costas de Brasil (Beauperthuy, 1967; Ray, 2005; Pérez *et al.*, 2007).

En Venezuela, investigaciones referentes a la especie datan desde los años 1960, cuando se la identificó como *Mytilus edulis* debido a comparaciones morfométricas con el mejillón azul de España (Andreu, 1962). Tres años más tarde fue identificado como *Chloromya perna* por Padilla (1965) citado en Siddall (1980), y finalmente como *Perna perna*, al utilizar caracteres taxonómicos internos (Beauperthuy, 1967).

En las costas del estado Sucre, *P. perna*, ha desarrollado poblaciones estables y ha sido objeto de actividades comerciales y de cultivo durante mucho tiempo (Prieto *et al.*, 1999; Tejera *et al.*, 2000; Arrieche *et al.* 2002; Urbano *et al.*, 2005; Acosta *et al.*, 2006; Acosta *et al.*, 2009; Narváez *et al.*, 2009). Desde hace 40 años,

aproximadamente, la costa norte del estado Sucre constituye prácticamente la principal zona mejillonera del país (Prieto *et al.*, 2009).

Siddall (1980) y Rylander *et al.* (1996) reportaron que en algunas zonas a lo largo de la costa norte del estado Sucre, existe una disminución del número de individuos del mejillón marrón y un incremento del mejillón verde, (especie exótica nativa de la región Indo-pacífica arribada desde Trinidad en 1990).

Pérez *et al.* (2006a) señalaron que la introducción de especies a un ambiente, el cual ya presentaba una especie similar establecida con anterioridad, puede generar cambios adaptativos en éstas. Nuevos ambientes invadidos por una especie pueden inducir cambios en los organismos invasores, así como también las especies invasoras pueden alterar características ecológicas fundamentales, entre ellas: distorsión del flujo de energía en el ecosistema, el ciclo de nutrientes y la productividad. Además, afectan la distribución, abundancia, reproducción y hasta la eliminación de las especies allí presentes, sin olvidar los posibles eventos de hibridación en el medio natural (Pérez y Rylander, 1998; Bax *et al.*, 2001).

La ocurrencia de estos cambios adaptativos, ya sea por influencia de organismos invasores o por cambios en el medio, podrían manifestarse como adaptación fisiológica de manera interna, por factores bióticos o como adaptación morfológica de manera externa debido a factores abióticos (Gaspar *et al.*, 2002). Este último tipo de adaptación se analiza mediante una serie de metodologías no tan complejas a la hora de realizar comparaciones poblacionales dentro de una misma especie. Estas metodologías corresponden a los análisis morfológicos los cuales son una herramienta útil en los estudios poblacionales y se han aplicado a una gran variedad de grupos de moluscos como *Mytilus californiensis* (Cáceres-Martínez *et al.*, 2003) y *Saccostrea* (Day *et al.*, 2000). Este tipo de análisis ha logrado contribuir tanto al

conocimiento básico de la morfología de estos grupos como a su sistemática (Licona-Chávez *et al.*, 2007).

McDonald *et al.* (1991), en su trabajo de investigación denominado “Alozimas y caracteres morfométricos de tres especies de *Mytilus* en los hemisferios norte y sur”, emplearon un gran número de estos organismos, colectados en 45 localidades entre ambos hemisferios, relacionando los estudios alozímicos con la morfometría clásica, en la que se procedió a establecer y medir 18 caracteres de la concha de los mejillones, para su diferenciación taxonómica y geográfica. Silva-Absalão *et al.* (2005) indicaron que los análisis morfométricos en moluscos son comunes no sólo como herramienta taxonómica sino también para mostrar variaciones locales o regionales de la concha. Basándose en análisis del cambio de la forma de la concha en bivalvos, Sousa *et al.* (2007) pudieron diferenciar a individuos de *Corbicula fluminea* de 2 estuarios portugueses, empleando la morfometría convencional (longitud, altura y anchura) y métodos de morfometría geométrica (utilizando el análisis de hitos morfológicos en el interior de la concha), encontrando que la variación geográfica, así como la genética y la plasticidad fenotípica de los individuos, son necesarias para comprender los procesos de adaptación y evolución de estas especies.

En la actualidad son numerosos los trabajos de investigación con diferentes especies de bivalvos en los cuales se han empleado la morfometría como herramienta para establecer comparaciones morfológicas entre los individuos en estudio. En la Tabla 1 se presenta un resumen de algunas investigaciones que se han hecho sobre morfometría en bivalvos.

Tabla 1. Resumen bibliográfico donde se incluyen algunos de los trabajos publicados a nivel mundial referidos a morfometría de bivalvos entre 1991 y 2005.

Organismo(s)	Localidad	Autor(es), Año
<i>Mytilus edulis</i>		
<i>M. galloprovincialis</i>	Hemisferios Norte y Sur	McDonald <i>et al.</i> , 1991
<i>M. trossulus</i>		
<i>Mytilus edulis</i>	Escocia	Karayücel y Karayücel, 1998
Mitílidos	Atlántico medio	Maas <i>et al.</i> , 1999
<i>Sanguinolaria cruenta</i>	Venezuela	Martín <i>et al.</i> , 2001
<i>Dreissena polymorpha</i>	Croacia	Lajtner <i>et al.</i> , 2004
<i>Perumytilus purpuratos</i>	Chile	Briones y Guiñes, 2005

Los métodos estadísticos multivariados aplicados a medidas de distancias, ángulos y proporciones, han sido las herramientas más comúnmente usadas para comparar la forma de distintas especies. Estas técnicas consideradas como morfometría tradicional analizan la forma a través del ajuste de modelos de parametrización de las medidas de distancias. Sin embargo, las medidas lineales han presentado limitaciones a la hora de dar cuenta de la complejidad morfológica de las estructuras biológicas y en muchos casos han resultado ser incapaces de solucionar los problemas de escala como por ejemplo la talla del cuerpo (Rohlf y Bookstein, 1987).

Por su parte, la interpretación de los resultados de la morfometría tradicional son preferidos a la hora de buscar patrones generales entre un amplio espectro de taxa. Desde los años 90, la morfometría ha permitido estudiar las diferencias entre formas considerando conceptos biológicos fundamentales (homología), cuantificando diferencias a varias escalas espaciales y separando la talla de la forma (Bookstein, 1991; Marcus *et al.*, 1996).

Entre los análisis estadísticos utilizados en morfometría está el denominado Análisis de Componentes Principales o ACP, el cual es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables); es decir, que ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número, perdiendo la menor cantidad de información posible. Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí. El ACP es una técnica de ordenación de gran aplicación en estudios morfométricos, ya que permite estudiar las interrelaciones que existen entre los caracteres morfológicos de una especie (Bookstein *et al.*, 1985).

Sabiendo que mediante el empleo de la morfometría tradicional y geométrica en conjunto con adecuados análisis estadísticos multivariantes se puede realizar comparaciones poblacionales dentro de una misma especie; por ello, en este trabajo se estudió la morfometría de la concha del mejillón *P. perna* presente en cuatro localidades a lo largo de la costa norte del estado Sucre, con el objetivo de determinar el grado de divergencia morfológica y similitud existente entre éstas mediante el análisis de las variaciones en los patrones morfométricos.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Se evaluaron 126 individuos de *Perna perna*, recolectados al azar, en cuatro localidades ubicadas a lo largo de la costa norte del estado Sucre, Venezuela (Figura 1), las cuales se describen a continuación.



Figura 1. Área de muestreo. 1= Guayacán, 2= Guaca, 3= Río Caribe, 4= Cipara.

Guayacán

Comunidad costera ubicada entre $10^{\circ} 40' N$ y $63^{\circ} 47' O$, al noreste de la península de Araya, al norte del estado Sucre. Posee en sus inmediaciones arrecifes artificiales, que se han formado sobre embarcaciones hundidas, a pocos metros de la playa, cuyos cascos han permitido el asentamiento de bancos de mejillones marrones, los cuales, probablemente, compiten por espacio con los mejillones verdes.

Guaca

Es una población rural costera en el centro-norte del estado Sucre, ubicada a una distancia aproximada de 22 kilómetros al oeste de Carúpano; cuenta con una playa denominada “Escondía” ubicada entre 10° 40’N y 63° 23’O, la cual se abre hacia el mar Caribe en forma de ensenada, a sus lados presenta formaciones rocosas semi sumergidas en donde se fijan mejillones marrones y en la cual se realizó un solo muestreo.

Río Caribe

La localidad de Río Caribe está situada entre las coordenadas 10° 41’N y 63° 06’O, al noreste del estado Sucre. Es una comunidad costera que cuenta con un muelle poco profundo y de fácil acceso, presenta agrupaciones de mejillones marrones y verdes, juntos, y separados, en varias zonas a lo largo de su playa y formaciones rocosas adyacentes.

Cipara

Después del pueblo de San Juan de Unare, al este de Cabo Tres Puntas, en la península de Paria se localiza esta playa entre 10° 45’N y 62° 42’O. Es una playa de más de un kilómetro de largo, de olas fuertes, aguas de color azul oscuro debido a su profundidad. El acceso puede ser por vía terrestre o acuática. Presenta bancos naturales de mejillones marrones formados sobre una especie de laja rocosa a escasos metros de la orilla.

Trabajo de campo

Recolección de las muestras

Debido a que los organismos se encontraban, en su mayoría, en sitios de fácil acceso, los ejemplares se capturaron manualmente, sin la necesidad de realizar inmersiones. Luego, fueron trasladados al Laboratorio de Genética del Instituto Oceanográfico de Venezuela en cavas plásticas con hielo.

Trabajo de laboratorio

Análisis Morfométrico

Se analizaron 126 individuos, siguiendo la metodología descrita a continuación. Una vez que los ejemplares estuvieron en el laboratorio, se separaron las conchas, se seleccionaron las valvas derechas y se limpiaron para despojarlas de cualquier residuo de tejido blando presente en dichas estructuras, lo cual permitió apreciar las cicatrices de los distintos músculos que están presentes en el lado interno de ambas valvas, una vez que estuvieron totalmente secas se les colocó una etiqueta para su identificación.

Se realizó la captura de las imágenes mediante la fotografía de las conchas, utilizando una cámara digital SONY modelo MAVICA, colocándolas sobre una superficie de fondo que proporcionaba contraste y donde se colocó una escala o medida de referencia (regla milimetrada). Estas imágenes digitalizadas se llevaron a un computador y sobre ellas, con la ayuda del programa MOCHA 1.2 (Jandel Corp., 1993) de análisis de imágenes, se procedió a ubicar un total de 20 hitos morfológicos (*landmarks*), basándose en un trabajo previo de McDonald *et al.* (1991), en tres especies de *Mytilus*. Los hitos morfológicos establecidos en la concha del mejillón *P. perna* se muestran en la Figura 2 y en la Tabla 2.

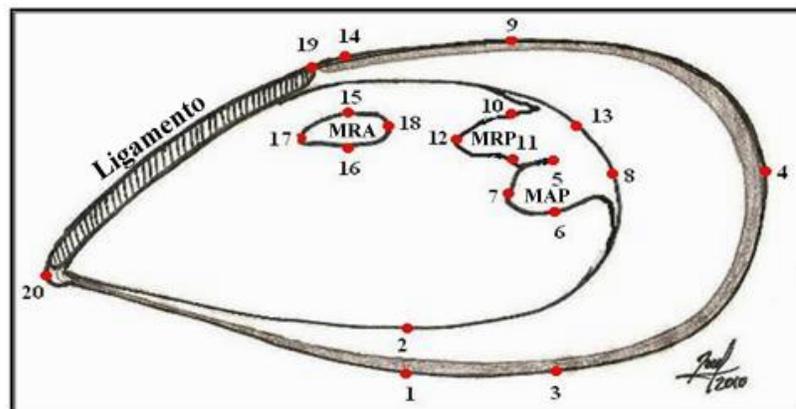


Figura 2. Ubicación de los hitos morfológicos en la parte interna de las conchas del *Perna perna* proveniente de las localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.

Tabla 2. Identificación y nomenclatura empleada para los hitos morfológicos establecidos en la cara interna de la concha de los mejillones *Perna perna* provenientes de la costa norte del estado Sucre, Venezuela.

Hitos morfológicos	Descripción	Abreviación
1	Parte media del margen ventral de la concha	PMMVC
2	Línea palial perpendicular al primer punto	LPPpto1
3	Margen ventral de la concha, perpendicular al borde ventral de la cicatriz del músculo aductor posterior	MVCPBVCMAP
4	Margen posterior de la concha	MPC
5	Borde dorsal de la cicatriz del músculo aductor posterior*	BDCMAP
6	Borde ventral de la cicatriz del músculo aductor posterior	BVCMAP
7	Borde anterior de la cicatriz del músculo aductor posterior	BACMAP
8	Borde posterior de la cicatriz del músculo aductor posterior	BPCMAP
9	Margen dorsal de la concha perpendicular al borde dorsal de la cicatriz del músculo retractor posterior	MDCPpto10
10	Borde dorsal de la cicatriz del músculo retractor posterior	BDCMRP
11	Borde ventral de la cicatriz del músculo retractor posterior	BVCMRP
12	Borde anterior de la cicatriz del músculo retractor posterior	BACMRP
13	Borde posterior de la cicatriz del músculo retractor posterior	BPCMRP
14	Margen dorsal de la concha perpendicular al borde dorsal de la cicatriz del músculo retractor anterior	MDCPpto15
15	Borde dorsal de la cicatriz del músculo retractor anterior	BDCMRA
16	Borde ventral de la cicatriz del músculo retractor anterior	BVCMRA
17	Borde anterior de la cicatriz del músculo retractor anterior	BACMRA
18	Borde posterior de la cicatriz del músculo retractor anterior	BPCMRA
19	Final posterior del ligamento	FPL
20	Umbo	Um

* El punto homólogo 5 fue difícil de establecer claramente para su fijación en la mayoría de los ejemplares estudiados por lo que no se incluyó para los cálculos de las variables.

Además, este programa permitió determinar las coordenadas cartesianas correspondientes a cada uno de los hitos morfológicos seleccionados, luego, mediante la unión de éstos, se obtuvieron 11 medidas morfométricas (distancias en

centímetros), más 2 adicionales correspondientes a la altura y longitud expresadas también en centímetros, y se utilizaron para calcular la relación longitud/altura de los organismos por localidad, las cuales aparecen en la Figura 3 y detalladas en la Tabla 3.

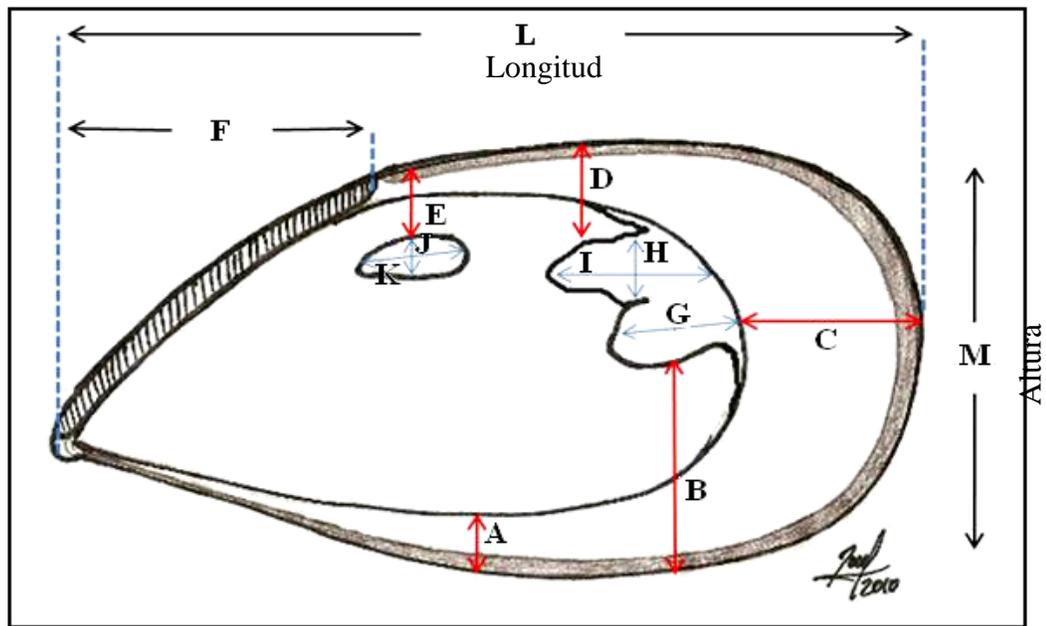


Figura 3. Variables medidas a partir de los hitos morfológicos establecidos.

Tabla 3. Medidas de la concha consideradas en ejemplares de *Perna perna* provenientes de cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.

Distancia	Puntos que intervienen en la medición
A	1(PMMVC) – 2(LPPpto1)
B	3(MVCPBVCMAP) – 6(BVCMAP)
C	4(MPC) – 8(BPCMAP)
D	9(MDCPpto10) – 10(BDCMRA)
E	14(MDCPpto15) – 15(BDCMRA)
F	19(FPL) – 20(Um)
G	7(BACMAP) – 8(BPCMAP)

H	10(BDCMRP) – 11(BVCMRP)
I	12(BACMRP) – 13(BPCMRP)
J	15(BDCMRA) – 16(BVCMRA)
K	17(BACMRA) – 18(BPCMRA)
L (Longitud)	
M (Altura)	

Los datos generados fueron ordenados y catalogados con la ayuda del programa computarizado EXCEL 2003 de Microsoft®.

Análisis Estadísticos

Se aplicó un análisis de varianza modelo I (ANOVA I) con prueba *a posteriori* LSD, para determinar la existencia de diferencias entre las longitudes de las conchas de los mejillones por localidad y un análisis de regresión lineal de Pearson (Sokal y Röhlf, 1983) para determinar relaciones entre la longitud y altura de las conchas de *Perna perna* provenientes de las cuatro localidades. Para ello se recurrió al manejo del programa estadístico computarizado Statgraphic Plus 4.1.

Las tendencias de variación morfológica entre localidades fueron estimadas a partir de matriz de varianza-covarianza de las distancias interhitos, mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) con el programa PAST versión 1.67 (Hammer *et al.*, 2007). Para este análisis se excluyeron las variables de longitud y altura para disminuir el efecto de la talla sobre los resultados. Para el establecimiento de las diferencias morfológicas entre localidades se realizó un análisis multivariado de varianza (MANOVA) utilizando los patrones morfométricos obtenidos, y finalmente, mediante las distancias euclidianas, se estableció el grado de similitud entre localidades con la elaboración de un modelo de análisis de “cluster” o dendrograma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio de longitud.

Para el presente trabajo, los promedios de las longitudes de las conchas del mejillón *Perna perna*, con respecto a cada una de las cuatros localidades estudiadas mostraron diferencias altamente significativas ($F_s=287,14$; $p<0,001$).

Se formaron tres grupos, descritos de la manera siguiente: los individuos que presentaron un mayor tamaño fueron los provenientes de la localidad de Cipara (presentando un promedio de 8,22 cm), seguidos por los de Guayacán (5,29 cm) y Río Caribe (5,06 cm). Los ejemplares de estas dos últimas localidades no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($F_s=0,226$; $p<0,001$). Mientras que los individuos de la localidad de Guaca resultaron ser los de menor tamaño (4,19 cm), tal y como se muestra en la Figura 4.

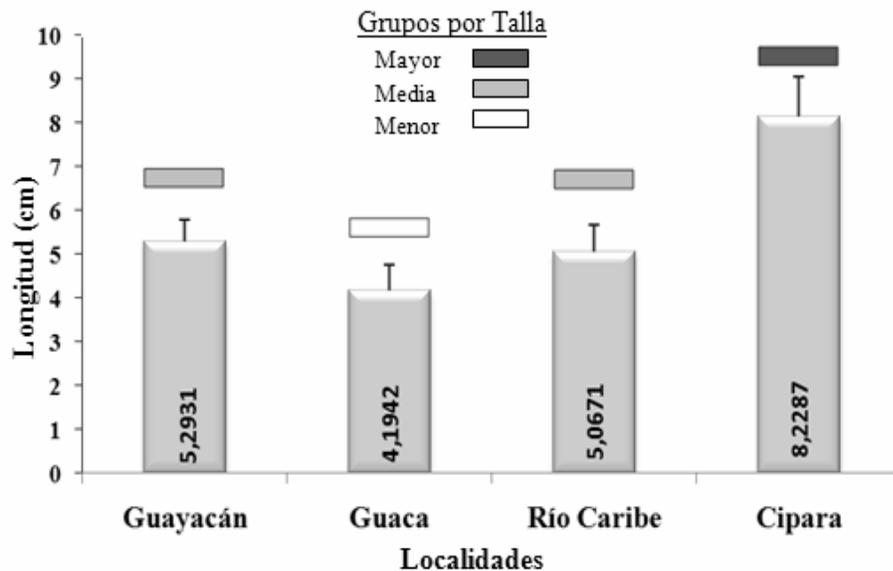


Figura 4. Promedio, desviación estándar y formación de grupos acorde a la longitud de las conchas del mejillón marrón *Perna perna* provenientes de cuatro localidades costeras del estado Sucre, Venezuela.

Los valores promedio de longitud encontrados en las conchas del mejillón marrón provenientes de las localidades estudiadas, se encuentran en los márgenes de talla reportado por Arrieche *et al.* (2002) para esta misma especie en el morro de Guarapo (península de Araya), en donde su distribución de frecuencias de longitud (5,0-8,0 cm) abarcó el mayor porcentaje de los ejemplares estudiados (83%), excepto el valor promedio de la longitud de las conchas de los organismos provenientes de la localidad de Guaca, los cuales estuvieron por debajo del margen.

Los organismos de la localidad de Guaca fueron los que mostraron el menor valor promedio de longitud; es probable que para la fecha de dicho muestreo (febrero, 2008) las muestras de *Perna perna* en esta zona estuviesen atravesando por una fase de “semilla” en la que la población dominante corresponde a juveniles. Urbano *et al.* (2005) también emplearon “semillas” de *P. perna* de longitudes homogéneas de 4 – 5 cm. Y esto concuerda con lo indicado por Vélez (1971) y Acuña (1977), quienes señalaron que los primeros meses del año es un periodo de fijación larval de *P. perna*.

Estudio de altura.

En cuanto a las mediciones de la altura de las conchas en los ejemplares de mejillones marrones, provenientes de las localidades costeras del norte del estado, los márgenes encontrados por localidad y los promedios de esas alturas se aprecian en la Tabla 4.

Tabla 4. Márgenes y promedios de altura en centímetros de las conchas de los mejillones marrones provenientes de cuatro localidades de la costa norte del estado Sucre, Venezuela.

Localidad	Márgenes de altura (cm)	Promedios de altura (X)
Guayacán	2,35 – 3,35	3,01
Guaca	1,96 – 2,97	2,21
Río Caribe	1,62 – 2,61	2,21
Cipara	1,82 – 3,94	3,63

Como se puede apreciar, los organismos de la muestra de Cipara presentaron el valor promedio más alto en comparación con los de las restantes poblaciones, seguido por los de la población de Guayacán, y por último, presentando valores parecidos entre ellas, los ejemplares de las muestras de Guaca y Río Caribe. Estos valores promedios, junto con sus respectivas desviaciones estándares se muestran en la Figura 5.

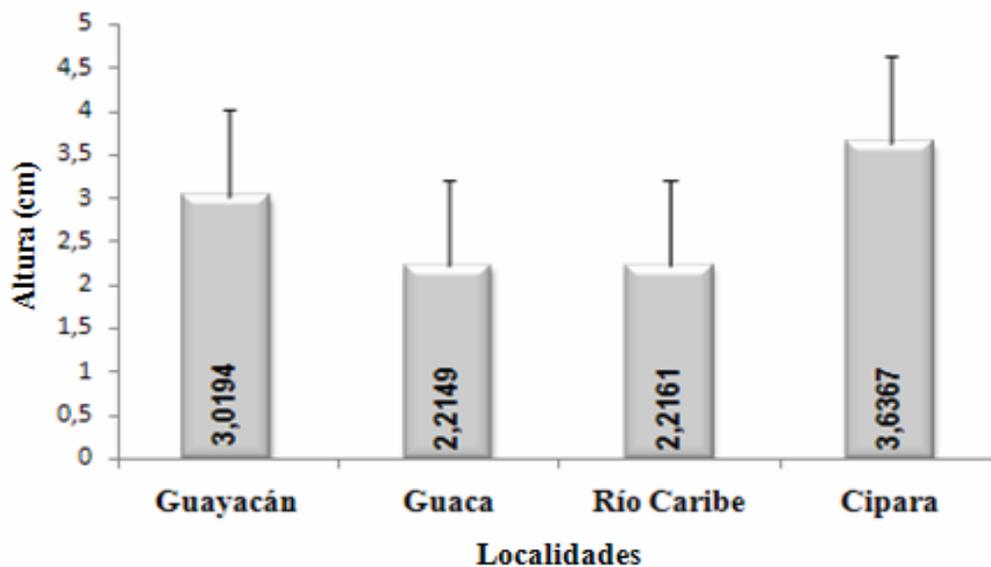


Figura 5. Promedio, desviación estándar acorde a la altura de las conchas del mejillón marrón *Perna perna* provenientes de cuatro localidades costeras del estado Sucre, Venezuela.

Se encontraron relaciones significativas entre la longitud y la altura de la concha de los organismos por localidad. A continuación se presentan las ecuaciones de las rectas, resultantes de los análisis de regresión lineal (Tabla 5).

Tabla 5. Valores de las ecuaciones de la recta, producto de la relación longitud/altura de la concha del mejillón marrón *Perna perna* de cuatro localidades de la costa norte del estado Sucre, Venezuela.

Localidad	a	b	F	T	R²
Guayacán	0,154	1,701	52,18*	0,23*	74,34%
Guaca	-0,002	1,894	53,12*	0,25*	67,13%
Río Caribe	0,506	2,057	56,52*	0,27*	66,87%
Cipara	-0,396	2,371	1495,61**	0,06**	97,14%

$Y = a + bX$ Donde: Y (longitud) y X (altura).

En la tabla se observa la existencia de una relación estadísticamente significativa y muy significativa entre la longitud y la altura de la concha del mejillón *Perna perna* para cada localidad en estudio.

Para establecer si existen diferencias entre las relaciones longitud/altura de la concha de las localidades de mejillones marrones estudiadas, se realizó una comparación de rectas de regresión (tanto pendientes como interceptos) (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación de interceptos y pendientes por localidad para determinar la significancia existente entre las variables longitud/altura del mejillón marrón *Perna perna* procedentes de cuatro localidades de la costa norte del estado Sucre, Venezuela.

Comparación de intercepto		Comparación las pendientes	
Guayacán – Guaca	-0,0280 Ns		
Guayacán – Río Caribe	-0,0665 Ns		
Guayacán – Cipara	-6,1325 *	F_{exp}= 0,33618	Ns
Guaca – Río Caribe	-0,0474 Ns		
Guaca – Cipara	-19,6470 *		
Río Caribe – Cipara	7,9336 ⁻³ Ns		

Ns (No significativo) / * (Significativo)

La relación altura y longitud entre los mejillones de Río Caribe y Guaca es parecida. Mientras que si se toma en cuenta el cambio en la longitud respecto a la altura, se nota que los mejillones de Cipara tienden a crecer más rápidamente; sin embargo, los individuos que cambian la longitud más lentamente en función de su altura son los provenientes de Guayacán.

Briones y Guiñez (2005) señalan que muchas especies de mitílidos, en su tendencia a formar agregaciones de individuos altamente densas, conformando usualmente matrices multiestratificadas, ven afectada su sobrevivencia y su crecimiento. Por ejemplo, en poblaciones de *Mytilus edulis* con altas densidades los individuos se hacen más alargados (Alunno-Bruscia *et al.*, 2001). Conociendo esta información previa, se podría pensar que una agregación multiestratificada de individuos, en conjunto a unas condiciones ambientales favorables, pudiese ser, sin duda, la respuesta al alargamiento y, por consiguiente, la presencia de una mayor longitud en las conchas de los ejemplares de *Perna perna* provenientes de la localidad de Cipara.

Las costas del norte de Paria reciben la influencia de varios agentes externos que conducen a una hidrografía particular, aparte de fenómenos climatológicos debido al forzamiento que impone la migración sur-norte de la Zona de Convergencia Intertropical. En esta zona se desarrollan dos fenómenos importantes que conducen a establecerla, como una de las más ricas en nutrientes del Caribe durante todo el año: por una parte, el efecto de la dinámica de los vientos alisios provocan patrones de afloramiento costero y por la otra, el efecto también estacional de las descargas en el Golfo de Paria de ríos y riachuelos como el Orinoco, San Juan, Yaguaraparo, Río Grande, Guanipa y el Irapa; los cuales influyen aportando nutrientes que generan una cadena trófica de elevada abundancia. Estos fenómenos particulares en la zona, inducen a una gran producción y consiguiente actividad pesquera, la cual es una de las principales actividades en la socio-economía de la región, aunado a ello la extracción de *P. perna*.

El crecimiento y la forma de la concha están influenciados por factores abióticos (exógenos o ambientales) y bióticos (endógenos/fisiológicos); se sabe que en varias especies de bivalvos, las conchas se vuelven más altas y más amplias durante el crecimiento a fin de contrarrestar el desalojo involuntario por la turbulencia y las corrientes (Gaspar *et al.*, 2002).

Caracteres morfométricos.

Análisis de componentes principales

Los 3 primeros componentes principales representaron el 96% de la variación total de la matriz de varianza-covarianza de las 11 medidas de distancias, en ejemplares de *Perna perna*. El primer componente (CP-1) explicó la mayoría del total de la variación entre los datos, el componente 2 (CP-2) y el componente 3 (CP-3) arrojaron valores menores para la variación explicada (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de variación explicada y variación acumulada para los 3 primeros componentes principales en el mejillón marrón *Perna perna* proveniente de cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.

COMPONENTE PRINCIPAL	% VARIACIÓN EXPLICADA	% VARIACIÓN ACUMULADA
1	89	89
2	4	93
3	3	96

Estos resultados coinciden con los obtenidos en los trabajos realizados por Maas *et al.* (1999) en mejillones *Bathymodiolus*, y por Lajtner *et al.* (2004) en mejillones cebrá, *Dreissena polymorpha*, en los cuales emplearon ACP y señalaron que los tres primeros componentes explicaron más del 90% de la variación.

El componente principal 1 (CP-1) separa la localidad de Cipara del resto de las localidades, generando prácticamente dos grupos, mientras que los CP-2 y CP-3 no logran establecer con claridad separación alguna entre las cuatro localidades (Figura 6).

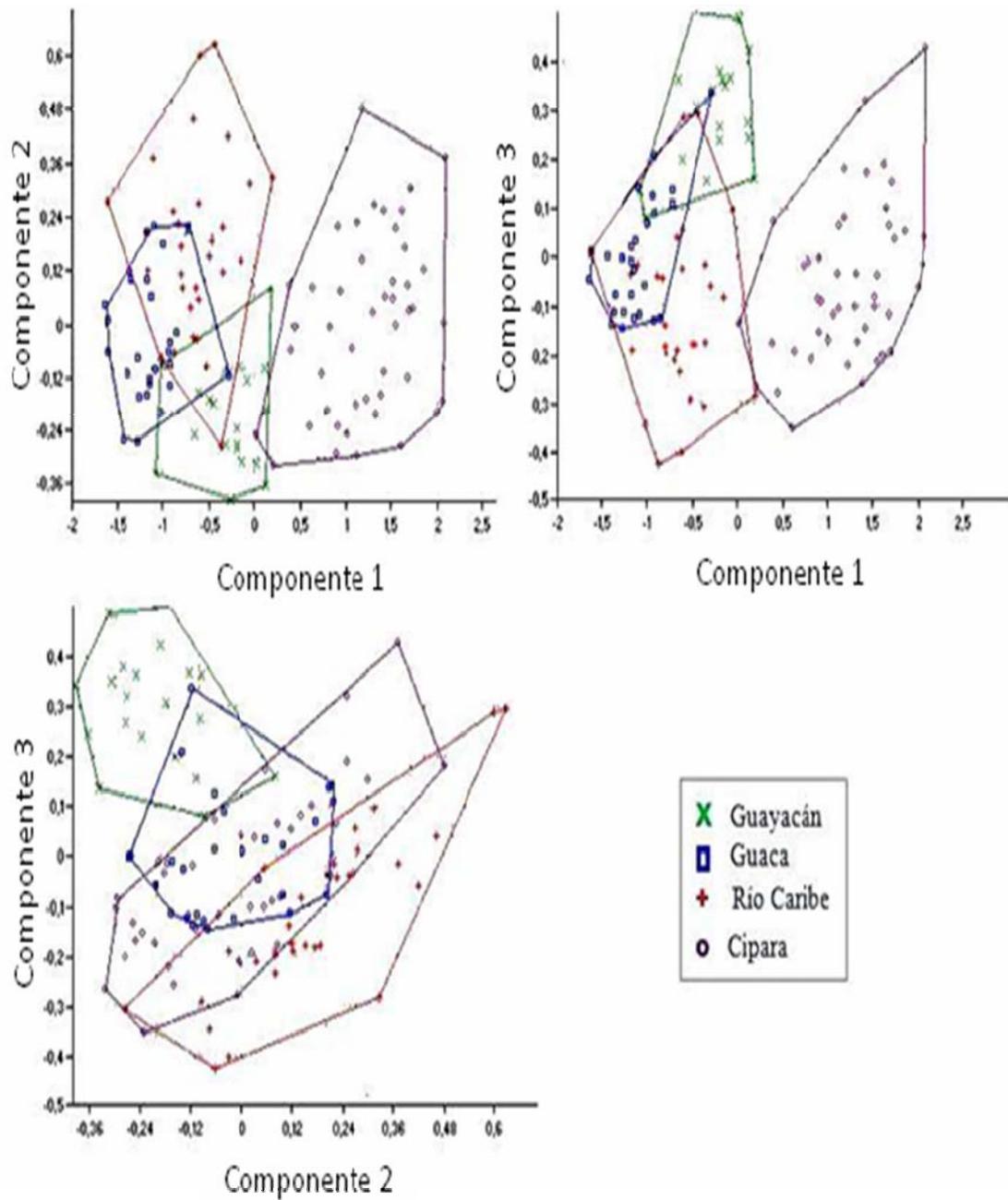


Figura 6. Representaciones gráficas de las relaciones entre los componentes principales (CP) 1-2, 1-3 y 2-3 del análisis de los patrones morfométricos del mejillón marrón *Perna perna* de cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.

En el componente principal 1 (CP-1) todas las cargas correspondientes a las longitudes de las variables establecidas en la concha de los ejemplares en estudio, son de valor positivo aunque no presenta valores parecidos (Figura 7).

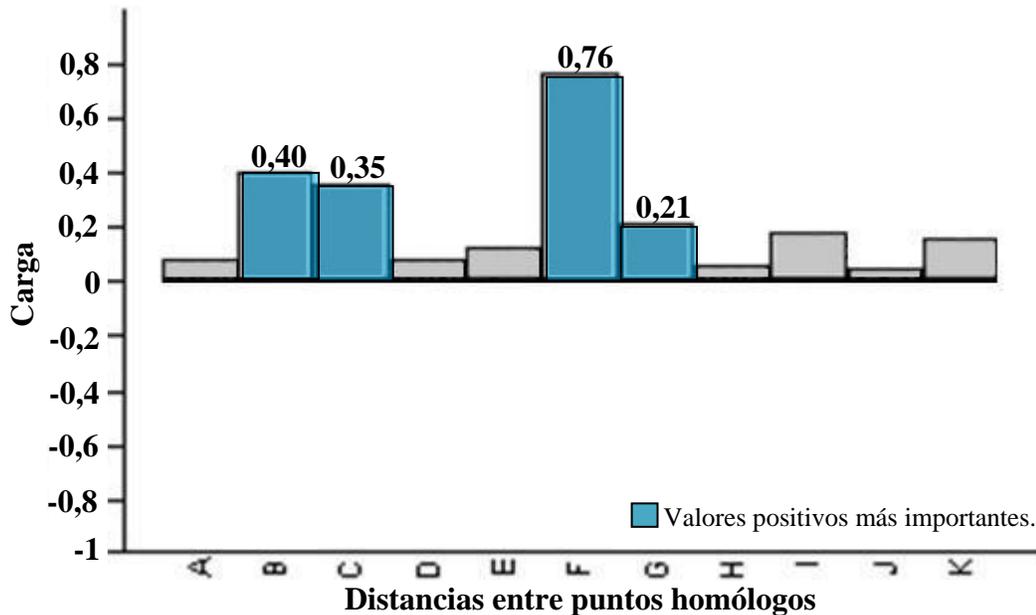


Figura 7. Representación gráfica de los valores con mayor y menor peso de las variables morfológicas estudiadas con el CP-1 para las cuatro localidades costeras de *Perna perna* del norte del estado Sucre, Venezuela.

Según Jolicoeur (1963) y Burnaby (1966), en el ACP los Componentes constituyen una combinación lineal de las variables originales, y el primer componente (CP-1) de una matriz de varianza-covarianza de los logaritmos de las distancias es unipolar (cargas de igual signo y de valores aproximadamente parecidos), y regularmente representa la mayor varianza de los caracteres originales.

Lajtner *et al.* (2004), obtuvieron valores todos positivos y muy parecidos para el primer componente y señalaron que la razón de esto se debió a que era referencia de una medida de talla de la concha.

El CP-1, para las cuatro localidades costeras, muestra que las variables más importantes para la diferenciación de organismos entre estas localidades son las variables F, B y C, todos con valores positivos. Como se puede apreciar con respecto al CP-1, las variables morfométricas que presentaron mayor robustez corresponden a la longitud de la cicatriz del músculo aductor posterior, la separación que existe entre esta cicatriz y el margen ventral y posterior de la concha, y también la distancia que abarca desde el final posterior del ligamento y el umbo (Figura 8).

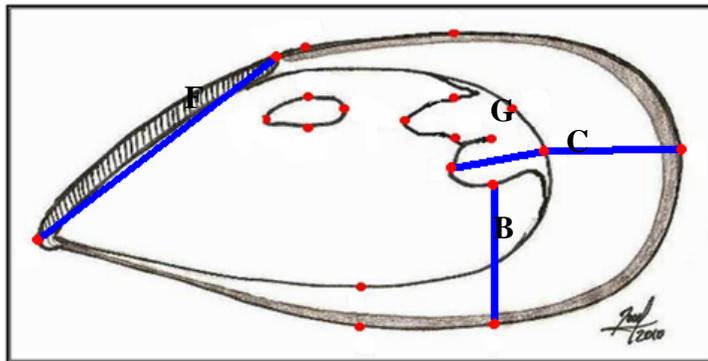


Figura 8. Medidas con mayor peso en la diferenciación de los organismos de las cuatro localidades en estudio, según el CP-1.

La gráfica de los valores del CP-2 para los ejemplares de las cuatro localidades costeras muestra que las variables más importantes para la diferenciación de organismos entre estas localidades son las variables B, D, E y F, en donde las tres primeras presentaron valores negativos y la última un valor positivo (Figura 9).

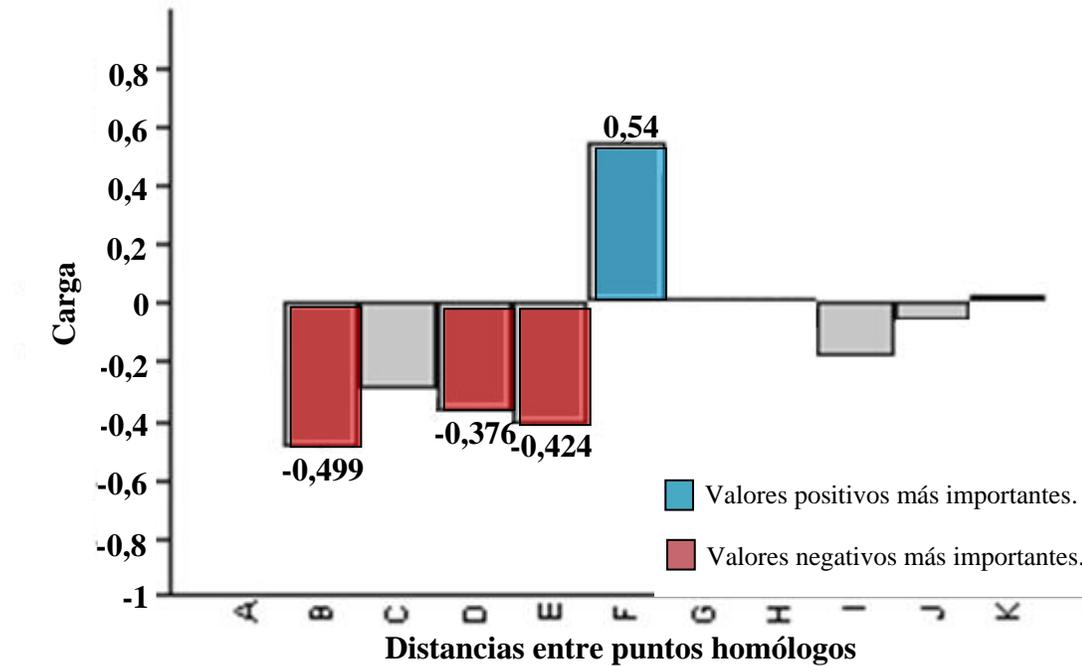


Figura 9. Representación gráfica de los valores con mayor y menor peso de las variables morfológicas estudiadas con el CP-2 para las cuatro localidades costeras de *Perna perna* del norte del estado Sucre, Venezuela.

Para el CP-2, las variables con mayor peso que tendrían importancia relevante corresponden también a la separación que existe entre la cicatriz del músculo aductor posterior y el margen ventral y posterior de la concha, además de la distancia entre la cicatriz del músculo retractor posterior, el músculo retractor anterior y el margen dorsal de la concha, y la distancia que abarca desde el final posterior del ligamento y el umbo (Figura 10).

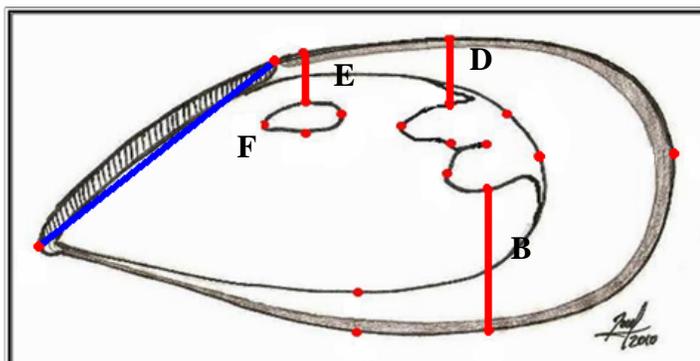


Figura 10. Medidas con mayor peso en la diferenciación de los organismos de las cuatro localidades en estudio, según el CP-2.

La gráfica de los valores del CP-3 para las cuatro localidades costeras (Figura 11) muestra que las variables más importantes para la diferenciación de organismos entre estas localidades son las variables B, C, D y E, las dos primeras con cargas negativas y las otras dos con cargas positivas.

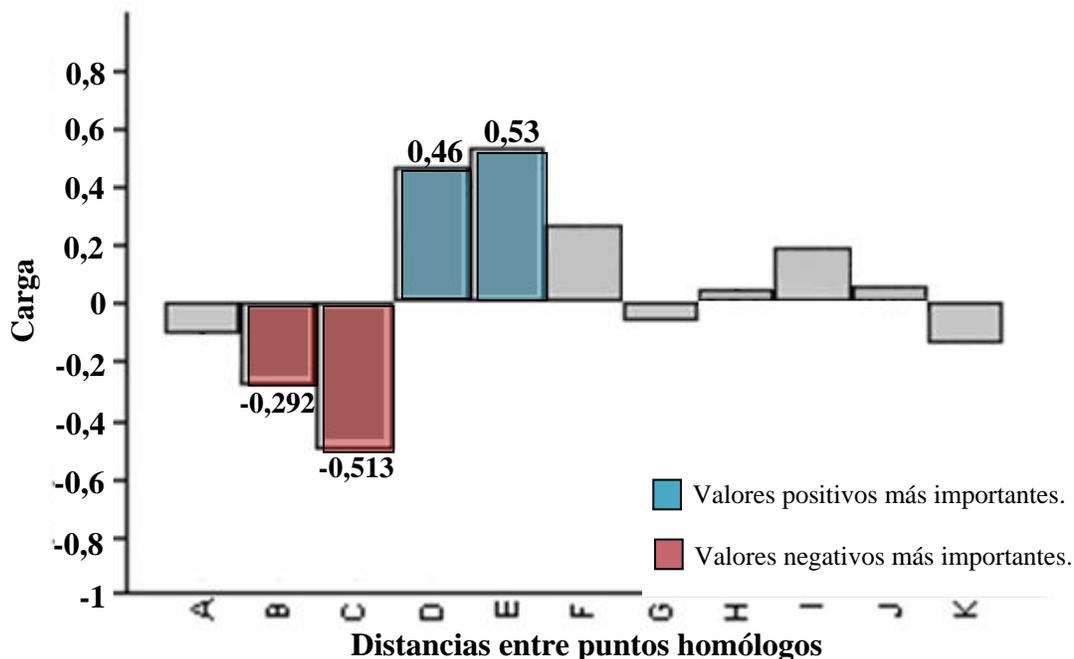


Figura 11. Representación gráfica de los valores con mayor y menor peso de las variables morfológicas estudiadas con el CP-3 para las cuatro localidades costeras de *Perna perna* del norte del estado Sucre, Venezuela.

Para el CP-3, el análisis arrojó que el mayor peso estuvo en las variables correspondientes a la separación que existe entre la cicatriz del músculo aductor posterior y el margen ventral y el margen posterior de la concha, la distancia entre las cicatrices de los músculos retractor posterior y retractor anterior, y el margen dorsal de la concha (Figura 12).

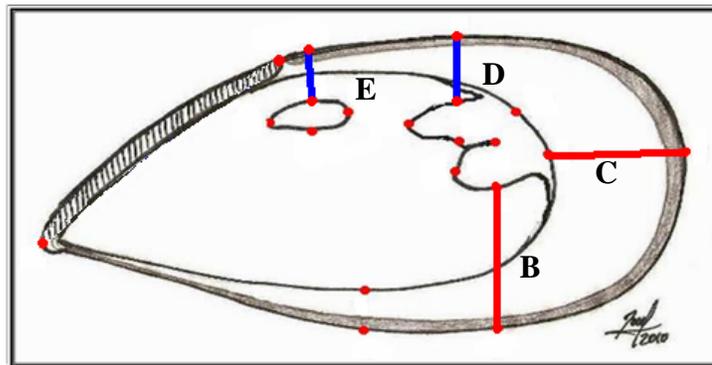


Figura 12. Medidas con mayor peso en la diferenciación de los organismos de las cuatro localidades en estudio, según el CP-3.

Tomando en cuenta sólo cuatro de las variables más relevantes en los tres primeros componentes principales, se puede señalar que la variable que se encuentra presente en todos los componentes, es la que corresponde a la distancia entre el borde ventral de la cicatriz del músculo aductor posterior y el margen ventral de la concha (Variable B).

Las siguientes variables que estuvieron presentes por lo menos en dos de los tres componentes principales, fueron: la distancia entre el borde posterior de la cicatriz del músculo aductor posterior y el margen posterior de la concha (Variable C); la distancia entre el borde superior del músculo retractor posterior y el margen superior de la concha (Variable D); la distancia obtenida entre el borde superior del músculo

retractor anterior y el margen superior de la concha (Variable E) y la distancia que abarcó desde el final posterior del ligamento y el umbo (Variable F).

Los componentes principales 2 y 3 (CP-2 y CP-3) presentaron un carácter bipolar debido a que algunas de las variables fueron de valor positivo y otras de valor negativo, indicando esto, la separación existente entre puntos.

En el desarrollo de esta investigación, a pesar de haber basado el establecimiento de los hitos morfológicos en un modelo de McDonald *et al.* (1991), no se observó coincidencia en los resultados ya que ellos señalaron a la longitud de la cicatriz del músculo aductor anterior y la longitud de la bisagra como las variables morfológicas que más contribuyeron en la comparación de las especies de *Mytilus* que estudiaron. Sin embargo el presente trabajo difiere de lo expuesto por McDonald *et al.* (1991), debido a que las variables que presentaron mayor peso o que más contribuyeron al análisis de la variación de la forma de las conchas del *Perna perna* de las cuatro localidades seleccionadas a lo largo de costa norte del estado Sucre, Venezuela; fueron principalmente la distancia presente entre del margen de la concha y alguna de las cicatrices de los músculos, y la distancia entre el final posterior del ligamento y el umbo.

Lajtner *et al.* (2004) indican que el CP-1 es referencia de una medida de talla de la concha; para este estudio comparativo de las muestras de mejillón marrón mediante el ACP no se empleó los valores de la longitud y altura de la concha para evitar que influenciaran en los resultados. Se observó que las variables que tienen más peso y son las más importantes a la hora de diferenciar los individuos de las distintas localidades, son las que corresponden a la ubicación de las cicatrices musculares en la concha.

El CP-1 indicó que las variables responsables de la variación entre localidades fueron: la longitud del ligamento (F) y tres de las cuatro correspondientes al MAP (B, C y G), las cuales presentaron valores positivos.

El CP-2 señaló que las variables que llevaron a la variación entre las localidades fueron: B, D y E con valores negativos y nuevamente (F) con valor positivo. En el CP-3 las variables fueron B y C (valores negativos), y D y E (valores positivos).

Todo esto indica que, mediante el ACP, las variables que tienen más peso y mejor logran la variación entre las conchas del mejillón marrón *Perna perna* por localidades son las correspondientes a la ubicación de las cicatrices de los músculos, más que sus dimensiones.

El análisis de MANOVA ratificó que existieron diferencias altamente significativas entre las localidades estudiadas con un valor de Lambda de Wilk = 0,01624, F = 30,01 y $P = 2,277 \cdot 10^{-79}$ ($P < 0,001$).

Las Distancias Euclidianas revelaron la existencia de tres grupos bien diferenciados, por un lado, la localidad de Guayacán, luego otro grupo formado por dos localidades Guaca y Río Caribe; y por otra parte la localidad de Cipara (Figura 13).

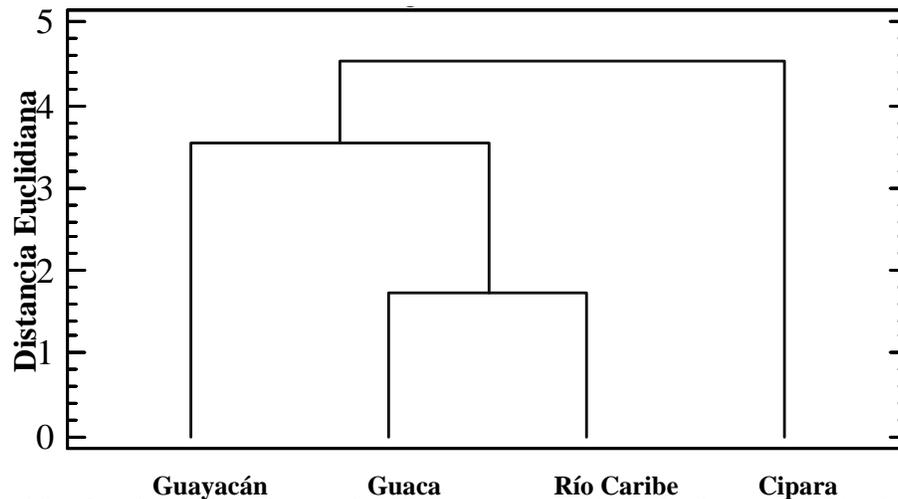


Figura 13. Dendrograma de similitud que muestra el grado de asociación del mejillón marrón *Perna perna* entre las cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela.

De manera general, el resultado del dendrograma (“*cluster*”) señala que las conchas provenientes de las localidades Guaca y Río Caribe presentan mayor afinidad morfométrica entre ellas; luego, éstas son más parecidas a las de Guayacán, y estas tres en conjunto son menos parecidas a las conchas provenientes de la localidad de Cipara. Como resultado hubo una notable coincidencia con la ubicación geográfica de cada una de las localidades en estudio.

Comparando los distintos análisis realizados a las conchas de los organismos provenientes de las cuatro localidades en estudio, se pudo observar que estos difieren en la manera en cómo se agruparon las distintas localidades.

Los resultados de los análisis realizados con base en la longitud de la concha señalaron que, en promedio, las localidades de Río Caribe y Guayacán presentaron individuos con tallas muy parecidas, y los organismos provenientes de Guaca y Cipara arrojaron la menor y mayor talla promedio, respectivamente. Valores parecidos a lo reportado por Arrieche *et al.* (2002) en el morro de Guarapo; y las tallas de hasta 9 cm señaladas por Prieto *et al.* (1999), que coinciden más con las

obtenidas para las conchas del mejillón *Perna perna* proveniente de la localidad de Cipara.

En cuanto al estudio de la altura, los promedios de ésta indican un agrupamiento distinto, ya que las localidades de Guaca y Río Caribe fueron muy parecidos presentando el más bajo valor Guayacán con un valor medio y Cipara el mayor valor.

Al relacionar la longitud-altura, los cálculos estadísticos señalaron que la localidad que presenta individuos más susceptibles al aumento de longitud en relación a la altura, es la de Cipara. Probablemente, esto se deba a la forma de agrupamiento de estos organismos, la cual es totalmente diferente a la forma de agruparse presente en los organismos de las otras localidades.

Es necesario señalar que los organismos de las localidades de Guayacán, Guaca y Río Caribe siempre fueron encontrados adheridos sobre formaciones rocosas semi-sumergidas, mientras que los de Cipara formaban aglomerados totalmente sumergidos.

Esto coincide con la aseveración de Alunno-Bruscia *et al.* (2001) para *M. edulis*, en donde la elongación es producto de su gran número de individuos en un área. Por su parte Acosta *et al.* (2009) indica que la profundidad es un factor ambiental favorable en el incremento del crecimiento en *Perna perna*.

Por otra parte, los resultados del ACP y el dendrograma arrojaron que, en cuanto a forma, los individuos que estadísticamente se asemejan más entre sí son los provenientes de las localidades de Guaca y Río Caribe. Y estas dos localidades poseen individuos que presentaron un parentesco morfológico en mayor grado con los organismos provenientes de la localidad de Guayacán, que con los provenientes de Cipara.

La especie *P. perna* mantiene una identidad morfológica a lo largo de la distribución geográfica de las localidades analizadas en este estudio; sin embargo, es posible detectar diferencias morfométricas entre localidades, las cuales pudieran deberse a las características particulares de cada hábitat o bien a la variabilidad de esta especie.

Para este trabajo no se tomaron en cuenta los factores ambientales como latitud, profundidad, nivel de la costa, corrientes, exposición a las olas, tipo de fondo, tipo de sedimento, los cuales son factores que influyen en la morfología de la concha de muchas especies de bivalvos (Gaspar *et al.*, 2002).

Como recomienda Day *et al.* (2000), estas variables podrán ser utilizadas para inferir acerca de la procedencia de las muestras en futuros estudios, siempre y cuando se tome en cuenta la posible influencia de otros factores biológicos o ambientales sobre la morfología de los organismos *Perna perna*.

CONCLUSIONES

Los organismos que presentaron mayor elongación de sus conchas fueron los provenientes de la localidad de Cipara, en comparación a los organismos provenientes de las otras localidades estudiadas.

En cuanto a altura de la concha, los individuos provenientes de Guaca y Río Caribe resultaron ser los de menor altura seguidos por los organismos provenientes de Guayacán y Cipara, esta última con la mayor altura registrada de la concha en este estudio.

Los individuos provenientes de la localidad de Cipara fueron los de mayor talla (longitud y altura).

La relación longitud/altura entre los individuos de las cuatro localidades resultó ser muy significativa.

El componente principal 1 (CP1) separa a los organismos de Cipara del resto de las localidades; los componentes 2 y 3 (CP2 y CP3) no lograron establecer separación entre las cuatro localidades en estudio.

La variable con mayor peso para la diferenciación morfológica del mejillón marrón *P. perna* fue la distancia entre el borde ventral de la cicatriz del músculo aductor posterior y el margen ventral de la concha.

A través de los patrones morfológicos es posible diferenciar poblaciones de *Perna perna*.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, V.; Prieto, A. y Lodeiros, C. 2006. Índice de condición de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) bajo un sistema suspendido de cultivo en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 24(2): 177-192.

Acosta, V.; Lodeiros, C. y Prieto, A. 2009. Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 27(3): 315-328.

Acuña, A. 1977. Variación estacional de la fijación larval del mejillón *Perna perna* en los bancos naturales de la costa norte del Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 16: 79-82.

Alunno-Bruscia, M.; Bourget, E. y Fréchette, M. 2001. Shell allometry and length-mass-density relationship for *Mytilus edulis* in an experimental food-regulated situation. *Mar. Ecol. Progress Series*, 219: 177-188.

Andreu, B. 1962. La miticultura y sus perspectivas en las costas orientales de Venezuela. *Ciencia al Día*, 12: 86-8.

Arrieche, D.; Licet, B.; García, N.; Lodeiros, C. y Prieto, A. 2002. Índice de condición gonádico y de rendimiento del mejillón marrón *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae), del morro de Guarapo, Venezuela. *Interciencia*, 27(11): 619.

Bax, N.; Carlton, J.; Mathews-Amos, A.; Haedrich, R.; Howarth, F.; Poucel, J.; Rieser, A. y Gray, A. 2001. The control of biological invasions in the world's oceans. *Conser. Biol.*, 15(5): 1234-1246.

Beaupérthuy, I. 1967. Los mitílidos de Venezuela (Mollusca: Bivalvia). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente.*, 6: 7-115.

Berry, P. 1978. Reproduction, growth and production in the mussel, *Perna perna* (Linnaeus), on the east coast of South Africa. *Investigational Report, Oceanographic Research Institute, South African Association for Marine Biological Research*. 48: 1-28.

Bookstein, F.; Chernoff, B.; Elder, R.; Humphries, J.; Jr. Smith, G. y Strauss, R. 1985. *Morphometrics in evolutionary biology*. Special Publication 15. Acad. Nat. Sci. Philadelphia.

Bookstein, F. 1991. *Morphometric tools for landmark data: Geometry and biology*. Cambridge, Cambridge University Press.

Briones, C. y Guíñez, R. 2005. Asimetría bilateral de la forma de las valvas y posición espacial en matrices del chorito *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) (Bivalvia: Mytilidae). *Revi. Chilena Hist. Nat.*, 78 (1): 3- 14.

Cáceres-Martínez, J.; Del Río-Portilla, M.; Curiel-Ramírez, S. y Méndez, I. 2003. Phenotypes of the California mussel, *Mytilus californianus* (Conrad, 1837). *J. Shellfish Res.*, 22(1): 135-140.

Carvajal, J. 1969. Fluctuación mensual de las larvas y crecimiento del mejillón *Perna perna* y las condiciones ambientales de la ensenada de Guatapanare, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente*. 8(1 y 2): 13-20.

Day, A.; Hawkins, A. y Visootviseth, P. 2000. The use of allozymes and shell morphology to distinguish among sympatric species of the rock oyster *Saccostrea* in Thailand. *Aquaculture*, 187(1-2): 51-72.

Gaspar, M.; Santos, M.; Vasconcelos, P. y Monteiro, C. 2002. Shell morphometric relationships of the most common bivalve species (Mollusca: Bivalvia) of the Algarve coast (southern Portugal). *Hydrobiologia*, 477: 73-80.

Hicks, D. y Tunnell, J. 1995. Ecological notes and patterns of dispersal in the recently introduced mussel, *Perna perna* (Linné, 1758), in the Gulf of Mexico. *Am. Malacol. Bull.*, 11(2): 203-206.

Hammer, O.; Harper, D. y Ryan, P. 2007. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electronic.*, 4(1): 99pp, versión 1.67.

Jandel Corporation. 1993. *Mocha image analysis program Version 1.2*: Jandel Scientific. San Rafael, CA, USA.

Jhonson, L.; Gonzalez, J.; Álvarez, C.; Takada, M.; Himes, A.; Showalter, S. y Savarese, J. 2006. Managing hull-borne invasive species and coastal water quality for California and Baja California boats kept in saltwater. California Sea Grant College Program Report T-061.

- Jolicoeur, P. 1963. The multivariate generalization of the allometry equation. *Biometrics*, 19: 497-9
- Karayücel, S. y Karayücel, I. 1998. Genetic and morphologic variations in cultivated blue mussels (*Mytilus edulis* L.) in two Scottish sea lochs. *Turkish J. Mari. Sci.*, 4: 131-144.
- Lajtner, J.; Marusic, Z.; Klobucar, G.; Maguire I. y Erben, R. 2004. Comparative shell morphology of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* in the Drava River (Croatia). *Biol. Bratislav.*, 59(5): 595-600.
- Licona-Chávez, A.; Correa-Sandoval, F.; Rosa-Vélez, J. y Camarena-Rosales, F. 2007. Análisis genético y morfométrico de *Chione californiensis* y *C. subimbricata* (Bivalvia: Veneridae) del pacífico oriental de México y el Golfo de California. *Ciencias Marinas*. 33(2): 149-171.
- Lodeiros, C.; Marin, B. y Prieto A. 1999. *Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia*. Edición APUDONS. Cumaná.
- Maas, P.; O'mullan, G.; Lutz, R. y Vrijenhoek, R. 1999. Genetic and morphometric characterization of mussel (Bivalvia: Mytilidae) from Mid- Atlantic hidrothermal vents. *Biol. Bull.*, 196: 265-272.
- Marcus, L.; Corti, M.; Loy, A.; Naylor, G. y Slice, D. 1996. *Advances in morphometrics. NATO ASI Series A: Life Sciences*. Plenum Press. New York.
- Martín; A., Díaz, Y. y Paredes, C. 2001. Morfometría de *Sanguinolaria cruenta* (Bivalvia: Psammobidae) en playa Tucacas, Falcón, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 49: 3-4.
- McDonald, J.; Seed, R. y Koehn, R. 1991. Allozymes and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the Northern and Southern Hemispheres. *Mar. Biol.*, 111: 323-333.
- Narváez, M.; Freitas, L.; Mendoza, J. y Guevara, M. 2009. Influence of spat origin and environmental parameters on biochemical composition and biometry of the brown mussel *Perna perna* (Linné, 1758), under culture conditions. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 44(2): 343-355.
- Orensanz, J.; Schwindt, E.; Pastorino, G.; Bortolus, A.; Casas, G.; Darrigran, G.; Elías, R.; López-Gappa, J.; Obenat, S.; Pascual, S.; Penchaszadeh, P.; Piriz, M.; Scarabino, F.; Spivak, E. y Vallarino, E. 2002. No longer the pristine confines of the

world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. *Biol. Inv.*, 4: 115-143.

Pérez, J. y Rylander, K. 1998. Hybridization and its effect on species richness in natural habitats. *Interciencia.*, 23: 137-139.

Pérez, J.; Nirchio, M., Alfonsi, C. y Muñoz, C. 2006a. The biology of invasions: the genetic adaptation paradox. *Biol. Inv.*, 8: 1115-1121.

Pérez, J.; Alfonsi, C.; Salazar, S.; Macsotay, O.; Barrios, J. y Martínez, R. 2007. Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46(1): 51-65.

Prieto A.; Vázquez, M. y Ruíz, L. 1999. Energetic dynamics of growth in a mussel population *Perna perna* (Filibranchia: Mytilidae) in the northeast of Sucre state, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 47(3): 399-410.

Prieto, A.; Arrieche, D. y García Y. 2009. Aspectos de la dinámica poblacional del mejillón verde *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) en el morro Guarapo, península de Araya, Venezuela. *Interciencia*, 34(3): 202 -208.

Rajagopal, S.; Venugopalan, V.; Nair K.; Van der Velde, G. y Jenner, H. 2006. Greening of the coast: a review of the *Perna viridis* success story. *Aquat. Ecol.*, 40: 273-297.

Ray, G. 2005. Invasive animal species in marine and estuarine environments. Biology and Ecology. Aquatic nuisance species. Research Program. Final Report. Prepared for Headquarters US Army Corps of Engineers. Washington, D.C. USA.

Röhlf, J. y Bookstein, F. 1987. A comment on shearing as a method for "Size Correction". *Syst. Zool.*, 36(4): 356-367.

Rylander, K.; Pérez, J. y Gomez, J. 1996. Status of the green mussel, *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Mytilidae), in north-eastern Venezuela. *Carib. Mar. Stud.*, 5: 86-87.

Siddall, E. 1980. A clarification of the genus *Perna* (Mytilidae). *Bull. Mar. Sci.*, 30: 858-870.

Silva-Absalão, R.; De Almeida, P. y Silva, T. 2005. Shell morphometrics in four species of Gadilidae (Mollusca, Scaphopoda) in Southwestern Atlantic Ocean, Brazil. *Rev. Brasileira Zool.*, 22(1): 175–179.

Sokal, R. y Rohlf, J. 1983. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume. Madrid, España.

Sousa, R.; Freire, R.; Rufino, M.; Méndez, J.; Gaspar, M.; Antunes, C. y Guilhermino, L. 2007. Genetic and shell morphological variability of the invasive bivalve *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in two Portuguese estuaries. *Estuar. Coastal Sh. Sci.*, 74: 166-174.

Tejera, E.; Oñate, I.; Núñez, M. y Lodeiros, C. 2000. Crecimiento inicial del mejillón marrón (*Perna perna*) y verde (*Perna viridis*) bajo condiciones de cultivo suspendido en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.*, 34(2): 143-158.

Urbano, T.; Lodeiros, C.; De Donato, M.; Acosta, V.; Arrieche, D.; Núñez, M. y Himmelman, J. 2005. Crecimiento y supervivencia de los mejillones *Perna perna*, *Perna viridis* y de un morfotipo indefinido bajo cultivo suspendido. *Cien. Mar.*, 31(3): 517-528.

Vakily, J. 1989. The biology and culture of mussels of the genus *Perna*. *Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM Stud. Rev.* 17.

Vélez, A. 1971. Fluctuación mensual del índice de engorde del mejillón *Perna perna* natural y cultivado. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 10: 3-8

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	Estudio Comparativo De Patrones Morfométricos Del Mejillón Marrón <i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758), De Varias Localidades Costeras Del Estado Sucre, Venezuela
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
González E., José A.	CVLAC	15.742.432
	e-mail	Iov.jgon@yahoo.es
	e-mail	

Palabras o frases claves:

<i>Perna perna</i>, Morfometría, Análisis Multivariado, ACP

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

Resumen (abstract):

Para estudiar diferencias entre muestras de distintas localidades se analizaron 126 individuos de *Perna perna* provenientes de cuatro localidades costeras del norte del estado Sucre, Venezuela. Se separaron las conchas seleccionando las valvas derechas, se identificaron y fotografiaron junto a una escala de referencia. Sobre las imágenes digitalizadas se ubicaron un total de 20 hitos morfológicos, determinando las coordenadas cartesianas correspondientes a cada uno de ellos. A partir de estos se obtuvieron 11 medidas (distancias), más dos adicionales: longitud (L) y altura (A) las cuales fueron expresadas en milímetros. Los datos generados fueron ordenados y catalogados con la ayuda del programa computarizado EXCEL 2003. Se aplicó un ANOVA I con prueba *a posteriori* LSD que determinó diferencias altamente significativas entre las longitudes de las conchas de los mejillones ($F_s=287,14$; $p<0,001$). Se formaron tres grupos: Cipara, Guayacán-Río Caribe y Guaca. En cuanto a altura, los grupos formados fueron Cipara, Guayacán y Río Caribe-Guaca. Se encontraron relaciones significativas entre la longitud y la altura de los organismos por localidad (valores F y T). Las tendencias de variación morfológica entre localidades fueron estimadas a partir de una matriz varianza-covarianza de las distancias interhitos, mediante un ACP, donde el CP1 explicó la mayoría del total de la variación entre los datos (98%), CP2 y CP3 arrojaron valores menores pero complementarios para la variación explicada. Las variables más importantes en los 3 primeros componentes fueron las que indicaron la posición de los músculos y el tamaño del ligamento en la concha. Para el establecimiento de las diferencias morfológicas entre localidades se realizó un MANOVA el cual ratificó la existencia de diferencias entre las localidades estudiadas $LW= 0,016$, $F= 30,01$ y $P= 2,277^{-79}$ ($P< 0,001$). Se elaboró un dendrograma, que estableció el grado de similitud entre las localidades con la formación de tres grupos bien diferenciados Guayacán, Guaca-Río Caribe y Cipara.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail				
Alfonsi, Carmen Y.	ROL	C <input type="checkbox"/>	A <input checked="" type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/>	J <input type="checkbox"/>
		A <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5.880.562			
	e-mail	Calfonsir@hotmail.com			
	e-mail				
Acosta, Vanessa	ROL	C <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/>	J <input checked="" type="checkbox"/>
		A <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	11.376.304			
	e-mail	Vanessaacosta@yahoo.com			
	e-mail				
Prieto, Antulio	ROL	C <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/>	T <input type="checkbox"/>	J <input checked="" type="checkbox"/>
		A <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	2.924.447			
	e-mail	Alprietom@hotmail.com			
	e-mail				

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2012	06	28

Lenguaje: SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-gonzalezj.doc	Application/word

Alcance:

Espacial: _____

Temporal: _____

Título o Grado asociado con el trabajo: **Licenciatura en Biología**

Nivel Asociado con el Trabajo: **Licenciatura**

Área de Estudio: **Biología**

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: **Universidad de Oriente**

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

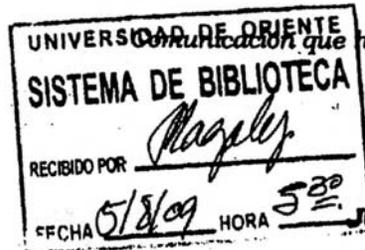
Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNPEL
Secretario



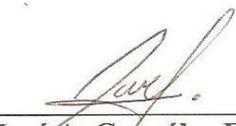
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

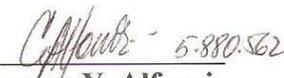
Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.

Esta hoja tiene que estar personalizada por el autor (e)s



José A. González E.
Autor



Dr. Carmen Y. Alfonsi
Asesor