



UNIVERSIDAD DEL MAR
Campus Puerto Ángel

Descripción morfológica de los órganos de mayor importancia de
Conus (Conus) princeps var. *lineolatus* (Linneo, 1758) y *Conus*
(Conus) brunneus (Wood, 1828)

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA

PRESENTA

JENNIFER MEDINA ELIZALDE

DIRECTOR

M. en F. GERMÁN ISAURO GARRIDO FARIÑA

Puerto Ángel, Oaxaca, Agosto 2010



UNIVERSIDAD DEL MAR

Puerto Ángel, Oaxaca, Agosto 2010

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de realizar la revisión detallada de la tesis "Descripción morfológica de los órganos de mayor importancia de *Conus (Conus) princeps* var. *lineolatus* (Linneo, 1758) y *Conus (Conus) brunneus* (Wood, 1828)", presentada por la Pasante de Biología Marina Jennifer Medina Elizalde, consideramos que cumple con los requisitos y calidad necesarios para ser defendida en el examen profesional

COMISIÓN REVISORA

M. en F. Germán I. Garrido Farfía
FES-C, UNAM
Director

M. en C. Ma. Nieves Trujillo Tapia
UMAR
Revisor

M. en C. Antonio López Serrano
UMAR
Revisor

Dr. Francisco Benítez Villalobos
UMAR
Revisor

Ocean. Pablo A. Pintos Terán
UMAR
Revisor

Dedicatoria

A Dios

A los que confían ciegamente en mí, mis mejores amigos, mis mayores apoyos, a quienes no quiero defraudar:

**Mi papa, mi mama
mis hermanos Karen y Alan**

*Anoche me dormí abrazando las nubes
con almohadas de sueños en una cama de ilusiones
desde niña me imaginé esta vida
cruzando retos para llegar a mi cima
en un instante perdí toda la certeza
las dudas y el rencor se marcaron en mi esencia
Será una pesadilla, no puede ser verdad
me despierta un derrumbe
empiezo a deslizar
Casi se me acaba la fe
casi se me escapa el amor
casi se me quiebra la inocencia
se me agota toda la fuerza para luchar un día más
casi me rendí hasta que pensé en ti
casi me rendí... pero pensé en ti.
Veo en mi reflejo un rostro traicionado
frente al fantasma de un cuerpo cansado
¿por qué hoy, por qué yo, por qué esto?
preguntas con respuestas que vendrán solo con el tiempo
Será una pesadilla no puede ser verdad
me despierta un derrumbe
empiezo a deslizar
Casi se me acaba la fe
casi se me escapa el amor
casi se me quiebra la inocencia
se me agota toda la fuerza para luchar un día más
casi me rendí hasta que pensé en ti
casi me rendí... pero pensé en ti.
Cuando solo escuchas el latido de tu corazón
encontrarás entre su ritmo y el silencio la razón...*

CASI

Autor: Soraya Raquel Lamilla Cuevas[†]

Agradecimientos

A Dios

A los que creyeron que podría por cada palabra de aliento; a los que no creyeron en mí porque sus palabras se convirtieron en un motivo para seguir adelante.

A mis papas y hermanos por enseñarme a luchar contra todo para alcanzar mis metas, por acompañarme en cada batalla, por sufrir mis derrotas y celebrar mis victorias.

A cada miembro de mi familia por apoyarme siempre, por sus oraciones y sus consejos.

A los amigos que dejé en el DF, muy especialmente a Susana (amiga sabes que te quiero), porque aún tan lejos siguieron estando dispuestos a escucharme.

A la UMAR porque en este lugar formé otra familia, porque aquí hice realidad el sueño de estudiar Biología Marina, sueño que me permitió conocer lugares increíbles y a personas maravillosas.

A todos y cada uno de los profesores, que en estos cinco años me dieron importantes lecciones y compartieron sus conocimientos y experiencias. Particularmente agradezco a aquellos profesores para quienes esto es más que un trabajo y enseñan con gran pasión.

A John por conocerme tan poco y creer tanto en mí, por estar allí aunque no debías, por decir lo que necesitaba oír por duro que fuera.

A la M. en C. Ma. Nieves Trujillo Tapia, por ser profesora y amiga. Gracias por confiar en mí, por ayudarme a encontrar mi camino, por permitirme trabajar con usted, por sus consejos y porque en estos años me ENSEÑÓ.

Al M. en F. Germán I. Garrido Fariña por aceptarme en su laboratorio, enseñarme a trabajar y dejarme experimentar (echando a perder se aprende), porque se convirtió en un amigo y después en mi director de tesis. Por su ayuda para que esta tesis sea una realidad.

A mis revisores Dr. Francisco Benítez Villalobos, M. en C. Antonio López Serrano y Ocean. Pablo A. Pintos Terán por su gran esfuerzo para leer en tan pocos días este trabajo y realizar valiosos comentarios para mejorarlo.

A la señora Lulú, Toño, Edith, Gaby, Ethel, Gaby, Isabel, Mariana y Nayeli del laboratorio de apoyo a Biología e Histología de FES-C por hacerme sentir como en casa y por esos deliciosos desayunos. A todos ellos (en especial a Nayeli) por la ayuda en el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros de la UMAR Jasmín, Hugo, Lacho, Laura, Valeria, Carlos, Gama y a todos aquellos que me acompañaron en algún momento de este largo camino. Gracias por estar conmigo en los momentos buenos y en los malos, por compartir los desvelos de las fiestas y también los de trabajo.

A la Cátedra de Patología y Enfermedades de los Rumiantes CON-209, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

Índice general

	Páginas
Índice de cuadros.....	II
Índice de figuras.....	III
Abreviaturas.....	VI
Resumen.....	VIII
I. Introducción.....	1
1.1 Generalidades del phylum Mollusca.....	1
1.2 Generalidades de la clase Gastropoda.....	5
1.3 Taxonomía del género <i>Conus</i> Linneo, 1758.....	6
1.4 Generalidades del género <i>Conus</i> Linneo, 1758.....	8
1.5 <i>Conus (Conus) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> (Linneo, 1758).....	8
1.6 <i>Conus (Conus) brunneus</i> (Wood, 1828).....	9
II. Antecedentes.....	11
2.1 Taxonomía.....	11
2.2 Histología y hábitos ecológicos.....	12
III. Justificación.....	13
IV. Objetivos.....	15
4.1 Objetivo general.....	15
4.2 Objetivos particulares.....	15
V. Material y método.....	16
5.1 Área de estudio.....	16
5.2 Trabajo de campo.....	17
5.3 Trabajo de laboratorio.....	18
5.4 Trabajo de gabinete.....	33
VI. Resultados.....	34
6.1 Morfometría de la concha.....	34
6.2 Anatomía macroscópica.....	36
6.3 Anatomía microscópica.....	37
VII. Discusiones.....	51
VIII. Conclusiones.....	55
IX. Referencias.....	56

Índice de cuadros

	Páginas
Cuadro I. Clasificación taxonómica del género <i>Conus</i> Linneo, 1758.....	4
Cuadro II. Forma de disección de <i>C. (C.) brunneus</i> y número de porciones obtenidas.....	22
Cuadro III. Forma de disección de <i>C. (C.) princeps</i> y número de porciones obtenidas.....	23
Cuadro IV. Técnica de inclusión en parafina.....	24
Cuadro V. Tinción hematoxilina – eosina.....	25
Cuadro VI. Tinción tricrómica de Gomori.....	26
Cuadro VII. Tinción azul de alciano y rojo sólido.....	26
Cuadro VIII. Tinción de orceína.....	27
Cuadro IX. Tinción tricrómica de Van Gieson.....	28
Cuadro X. Tinción tricrómica de Cajal.....	29
Cuadro XI. Tinción azul de toluidina.....	29
Cuadro XII. Tinción tricrómica de Cason.....	30
Cuadro XIII. Tinción del ácido periódico de Schiff (PAS)	30
Cuadro XIV. Tinción PAS y azul de alciano.....	31
Cuadro XV. Tinción PAS y tricrómica de Cajal.....	32
Cuadro XVI. Valores medios de cinco parámetros morfométricos y uno escultural de las conchas de <i>C. (C.) brunneus</i> y <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i>	36
Cuadro XVII. Diferencias entre los parámetros morfométricos de <i>C. (C.) brunneus</i> y <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> de acuerdo a la prueba <i>a posteriori</i> ANOVA	36

Índice de figuras

	Páginas
Figura 1. Esquema de la anatomía de un gasterópodo.....	3
Figura 2. Vista dorsal de un gasterópodo A. Antes de la torsión. B. Después de la torsión.....	5
Figura 3. Sistema nervioso de un gasterópodo A. Hipotético antes de la torsión. B. Después de la torsión.....	6
Figura 4. Estructuras de la concha de <i>Conus textile</i>	7
Figura 5. Fotografía de las conchas de <i>Conus</i> A. <i>Conus (Conus) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> . B. <i>C. (C.) brunneus</i>	10
Figura 6. Esquemas de los dientes de <i>Conus</i> A. <i>Conus (Conus) princeps</i> . B. <i>C. (C.) brunneus</i>	10
Figura 7. Localización del área de estudio.....	16
Figura 8. Medidas lineares de <i>Conus</i>	21
Figura 9. Términos topográficos utilizados en la descripción anatómica de <i>Conus</i>	22
Figura 10. Disección de <i>Conus</i> . A. Órganos individuales de <i>C. (C.)</i> <i>brunneus</i> . B. Forma en que se disectó <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> en porciones transversales	23
Figura 11. Gráfica de caja y bigotes de las medidas lineares de <i>C. (C.)</i> <i>brunneus</i>	35
Figura 12. Gráfica de caja y bigotes de las medidas lineares de <i>C. (C.)</i> <i>princeps</i>	35
Figura 13. Anatomía macroscópica de <i>C. (C.) brunneus</i> . A. Vista dorsal. B-C. Vista ventral. D. Corte transversal medio. F. Conducto del veneno y probóscide. E. Tubo digestivo y conducto del veneno.	39
Figura 14. Ubicación de algunos órganos de una hembra de <i>C. (C.)</i> <i>brunneus</i> en corte transversal, tinción PAS-tricrómica de Cajal.	40
Figura 15. Pie y músculo columnelar de <i>Conus</i> . A. Disposición de las fibras musculares y de colágena en el pie de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción tricrómica de Gomori. B. Epitelio del pie de <i>C. (C.) brunneus</i> tinción PAS-azul de alciano. C. Músculo columnelar de <i>C. (C.) brunneus</i> tinción H-E.	41

Figura 16. Sifón y probóscide de <i>Conus</i> . A. Sifón de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción azul de alciano y rojo sólido. B. Detalle del sifón de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción azul de alciano y rojo sólido. C. Probóscide de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción PAS-tricrómica de Cajal. D. Detalle del epitelio de recubrimiento de la probóscide de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción PAS- tricrómica de Cajal.....	42
Figura 17. Aparato del veneno de <i>Conus</i> . A. Disposición de los órganos del aparato del veneno de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción tricrómica de Gomori. B. Conducto del veneno de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción tricrómica de Cason. C. Bulbo del veneno de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción H-E. D. Corte transversal del saco radular de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción azul de toluidina. E. Corte longitudinal del saco radular de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción tricrómica de Gomori.....	47
Figura 18. Ganglio cefálico de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i>	44
Figura 19. Osfradio de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E.....	44
Figura 20. Ctenidio y corazón de <i>C. (C.) brunneus</i> . A. Ctenidio, tinción tricrómica de Cajal. B. Detalle del ctenidio, tinción tricrómica de Gomori. C. Corazón, tinción H-E.....	45
Figura 21. Sistema reproductor femenino de <i>Conus</i> . A. Gónada de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E. B. Óvulo maduro de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E. C. Oviducto de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción tricrómica de Gomori. D. Oviducto de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E. E. Corte transversal del conducto de espermatozoides en una hembra de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E. F. Corte longitudinal del conducto de espermatozoides en una hembra de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E.....	46
Figura 22. Conductos de la glándula de la albúmina de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción tricrómica de Gomori.....	47

Figura 23. Gónada masculina y espermiducto de <i>Conus</i> . A. Gónada de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción Van Gieson. B. Túbulo seminífero de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E. C. Espermiducto de <i>C. (C.) brunneus</i> , tinción azul de alciano y rojo sólido.....	48
Figura 24. Glándula digestiva de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> . A. Glándula digestiva, tinción H-E. B. Túbulo de la glándula digestiva, tinción tricrómica de Gomori.....	49
Figura 25. Sistema digestivo de <i>Conus</i> . A. Esófago de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción tricrómica de Gomori. B. Primer región del tubo digestivo de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E. C. Segunda región del tubo digestivo de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E. D. Tercer región del tubo digestivo de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción H-E. E. Segunda región del tubo digestivo de <i>C. (C.) princeps</i> var. <i>lineolatus</i> , tinción PAS-azul de alciano.....	50

Abreviaturas

Parámetros morfométricos

SL	Longitud de la concha
MD	Diámetro máximo
HMD	Altura del diámetro máximo
AH	Altura de la apertura
AL	Longitud de la apertura
AW	Ancho de la apertura
Y	Translación
R	Radio
HPW	Altura de la penúltima vuelta
S	Forma de la vuelta del cuerpo
W	Tasa de expansión de la vuelta del cuerpo
T	Tasa de translación
ST	Tasa de translación de la espira
RWH	Altura relativa de la vuelta del cuerpo
CONV	Curvatura de la vuelta del cuerpo
PMD	Posición del diámetro máximo
RD	Diámetro relativo
NT	Número de tubérculos
NSS	Número de estrías en la espira

Órganos

a	Conducto de la glándula de la albúmina
b	Ctenidio
c	Conducto del veneno
d	Tubo digestivo
e	Conducto de espermatozoides
g	Gónada
h	Glándula digestiva
i	Pie
m	Manto

n	Ganglio
o	Osfradío
p	Probóscide
r	Saco de la rádula
s	Sifón
v	Bulbo del veneno

Estructuras celulares

ci	Cilios
ea	Exocrinocitos caliciformes de secreción ácida
eb	Exocrinocitos caliciformes de secreción básica
ep	Epitelio
ez	Espermatozoides
fm	Fibras musculares
mc	Músculo circular
ml	Músculo longitudinal
ts	Túnica submucosa

Resumen

Conus es un extenso género de gasterópodos marinos, su característica más sobresaliente es la presencia de un aparato del veneno, donde se genera una neurotoxina peptídica. Son escasas las investigaciones relacionadas con la anatomía de estos organismos, de tal forma que no hay estudios que mencionen las particularidades celulares de los tejidos y la relación topográfica de los órganos. Con el objetivo de llenar este vacío de información, en este trabajo se describe la morfología de dos especies de *Conus*. Ejemplares de *C. (C.) brunneus* y *C. (C.) princeps* fueron recolectados en la bahía Estacahuite, Oaxaca. Los organismos se relajaron con cloruro de magnesio ($MgCl_2$) al 2% a 4°C durante 8 h y se fijaron en formol al 10% preparado con agua de mar, para posteriormente lavarse y ser desprendidos de la concha. Las conchas se fotografiaron para obtener los parámetros morfométricos propuestos por Kohn & Riggs (1975) y se realizó un análisis de la varianza multivariado (MANOVA) a fin de determinar si existe diferencia entre ambas especies. Los organismos se disectaron para obtener órganos individuales, porciones transversales y porciones longitudinales. Las muestras se procesaron mediante la técnica de inclusión en parafina de rutina y se realizaron cortes de entre 4 y 6 μm , que fueron teñidos con la tinción general de hematoxilina-eosina (H-E) y 10 tinciones específicas. La comparación de los parámetros morfométricos mostró diferencias significativas entre la forma y la curvatura de la vuelta del cuerpo de ambas especies. Se describieron histológicamente 20 órganos de *Conus*: pie, músculo columnelar, sifón, probóscide, saco radular, conducto y bulbo del veneno, ganglio cefálico, osfradio, corazón, ctenidio, gónada masculina y femenina, oviducto, conducto con espermatozoides en hembras, conductos de la glándula de la albúmina, espermiducto, glándula digestiva, esófago y tubo digestivo. No se observaron diferencias citológicas significativas en los órganos de las dos especies estudiadas. El que no se hayan encontrado diferencias entre los parámetros morfométricos, y la anatomía de los órganos revisados en este trabajo reflejan que *C. (C.) princeps* var. *lineolatus* y *C. (C.) brunneus* están emparentadas filogenéticamente. *Conus* puede ser utilizado como modelo biológico de la superfamilia Conoidea, ya que los escasos trabajos en que se describe la anatomía de otros miembros de la superfamilia muestran que hay características comunes, además es más adecuado realizar con ellos comparaciones de caracoles marinos que con el de tierra *Helix* sp.