



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ANÁLISIS POBLACIONAL DEL GÉNERO *UCA*
(DECAPODA: BRACHYURA: OCYPODIDAE) EN LA
REGIÓN SUR DE LAGUNA DE TAMIAHUA,
VERACRUZ, MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

**VICTOR MANUEL DEL CASTILLO
FALCONI**



Tutor: M. en C. Jose Luis Bortolini Rosales



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Análisis poblacional del género *Uca* (Decapoda: Brachyura: Ocypodidae) en la región sur de laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

Por: Víctor Manuel del Castillo Falconi

INDICE

INTRODUCCIÓN		1
	Sistemática	1
	Ecología	6
	Alometría	7
	Fecundidad	8
ANTECEDENTES		9
OBJETIVOS		13
MATERIAL Y MÉTODO		14
	Aspectos fisiográficos	14
	Aspectos bióticos	15
	Trabajo de campo	15
	Trabajo de laboratorio	16
	Análisis estadístico	17
RESULTADOS		20
	Análisis Poblacional	20
	Análisis poblacional por especie	26
	<i>Uca panacea</i>	26
	<i>Uca rapax</i>	29
	<i>Uca spinicarpa</i>	32
	<i>Uca virens</i>	34
	<i>Uca vocator</i>	37
	Reproducción	40
	Fecundidad	41
	Análisis Morfométrico	41
	Modelo morfométrico	41
	Morfometrías	42
	Talla mínima de madurez sexual	45
	Análisis poblacional de hembras ovígeras	46
DISCUSIÓN		49
CONCLUSIONES		53
LITERATURA CONSULTADA		55

AGRADECIMIENTOS.-

Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart, por su ayuda en la identificación de los que encontrados en la Laguna de Tamiahua y como revisor de este trabajo.

Al Dr. Fernando Álvarez Noguera por la ayuda que brindó como revisor en este trabajo.

Al M. en C. Hibraim Adán Pérez Mendoza por la ayuda que brindó como revisor en este trabajo.

Al M. en C. José Antonio Flores Díaz por la ayuda que brindó como revisor en este trabajo.

A la Dra. María del Pilar Alonso Reyes por su apoyo de la parte estadística de este trabajo, sin Usted no hubiera podido terminar.

Al Biol. Luis Leobardo Pérez Mozqueda, por el apoyo en campo.

A los Sres. Jorge Luis y Luis Díaz, lancheros de la Laguna de Tamiahua, por el esfuerzo que realizaron cada colecta en recorrer la Isla El Ídolo y el apoyo que brindaron.

Al M. en C. Ignacio Andrés Morales Salas y la M. en C. María Estela Pérez Cruz por el espacio que nos proporcionaron en el acuario y el apoyo en el cuidado de los organismos durante el tiempo de estudio.

En especial un agradecimiento a José Luis Bortolini Rosales por todo el apoyo que brindó como asesor para que se pudiera realizar este trabajo de tesis.

DEDICATORIA.-

A mi madre, C. Ofelia Falconi Pascacio, mi padre Victor M. Del Castillo Dávila y mis hermanas, Ofelia del Castillo Falconi y Ana Luisa del Castillo Falconi por apoyarme durante todos estos años de estudio.

A mi tío Luis Felipe del Castillo Dávila por su ejemplo en el ámbito académico, ya que sin él, no hubiera podido inspirarme para llegar hasta aquí.

En especial a mi esposa Arisbel Barba García y a mi hija Sarah Samantha del Castillo Barba por su apoyo, carisma y mi total gratitud por su esfuerzo constante para crecer como familia.

A mis hermanos y amigos Alan González Alan Alegría, Elihu Catalan, Carlos Ochoa, Oscar Morales, Javier Dueñas, Carlos Reques, Alex Vargas, Jonatan Hinojosa y Miguel Romero que siempre me inspiran a seguir adelante y muestran un apoyo incondicional en todo momento; y en especial a Luis Leobardo Perez Mozqueda por su apoyo en todo el trabajo de tesis aún en las salidas de campo, presentaciones en congresos y la identificación de los organismos.

Al equipo del laboratorio de Carcinogénesis del Instituto Nacional de Cancerología que me han ayudado en esta última etapa de mi formación de estudios de Licenciatura y su paciencia; Rodrigo, Julia, Eunice, Fernanda, Yaír, Didier, Alex, Ilos, Diego, Rodriguin, Marco, Mike, Ernesto, Clemen, Ivan, Aurea, Lucy, José y en especial al Dr. Luis Alonso Herrera Montalvo que se encuentra al frente del equipo.

A la Dra. Ma. del Pilar Alonso Reyes la cual me enseñó bioestadística.

Al M. En C. José Luis Bortolini Rosales por su apoyo económico, un lugar donde trabajar e instrucción como tutor en todo este trabajo.

RESUMEN.-

Los cangrejos violinistas se encuentran principalmente en estuarios, marismas y manglares de regiones tropicales y templadas. De las 97 especies del género *Uca* que se han descrito, más de 60 son de áreas tropicales. La principal característica en el dimorfismo sexual es la asimetría del macho.

Durante el periodo de diciembre de 2008 a diciembre de 2009, se identificaron cinco especies: *U. panacea*, *U. rapax*, *U. spinicarpa*, *U. virens* y *U. vocator* en cinco estaciones del sur de Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. El total de organismos recolectados fue de 897, de los cuales 599 machos (66.8%) y 298 hembras (33.2%), siendo capturados una mayor cantidad de organismos en el mes de Julio y un menor número en los meses de diciembre. La especie predominante en este estudio fue *U. virens*. La Est. 2 (sustrato lodoso y sustrato arenoso) fue la que tuvo una mayor cantidad de organismos colectados de las cinco especies; y la Est 5 (sustrato lodoso) fue la que menor número de organismos tuvo y sólo se encontraron tres especies (*U. rapax*, *U. virens* y *U. vocator*).

Se encontró una distribución de tamaño no normal para machos (KS= 0.9641, $p=0.00$), mientras que las hembras no-ovígeras (0.9878, $p=0.0236$), y hembras ovígeras (KS=0.9743, $p=0.6256$) tenían una distribución normal y unimodal. Los machos fueron significativamente más grandes que las hembras ($t=0.0048$, $p<0.05$), pero no que las hembras ovígeras ($t=0.3898$, $p<0.05$). Las hembras fueron más abundantes en los tamaños de clase $AC>14\text{mm}$, mientras que los machos eran más concentrados en tamaños de $AC<16\text{mm}$, aunque llegan a crecer más que las hembras. Las distribuciones de tamaño mensuales, fueron en su mayoría unimodal y bimodal. El reclutamiento de jóvenes se observa principalmente en diciembre de ambos años. En la proporción sexual mensual se encontró una mayor cantidad de machos. Y la actividad reproductiva se observó por la presencia de hembras ovígeras en los meses de octubre-noviembre, con una frecuencia mayor en el mes de octubre y menor frecuencia en el mes de noviembre.

Se determinó que las morfometrías más importantes fueron AC, LC y específicamente para machos el LQ además de las tallas del caparazón que fueron importantes para la comunidad completa; también se determinó la talla mínima de madurez sexual para tres de las especies encontradas y se encontró una correlación positiva entre el AC y el número de huevos.

Palabras clave: *Uca*, hembras ovígeras, reclutamiento, reproducción, proporción sexual.

ABSTRACT.-

Fiddler crabs are mostly found in estuaries, marshes and mangroves of tropical and temperate regions. Of the 97 species of the genus *Uca* that have been described, more than 60 are tropical areas. The main feature in the sexual dimorphism is the asymmetry of the male.

During the period December 2008 to December 2009, we identified five species: *U. panacea*, *U. rapax*, *U. spinicarpa*, *U. virens* and *U. vocator* in five southern stations Tamiahua Lagoon, Veracruz, Mexico. The total number of organisms collected was 897, of which 599 males (66.8%) and 298 females (33.2%), and captured a greater number of organisms in the month of July and a smaller number in the month of December. The predominant species in this study was *U. virens*. The Est 2 (substrate muddy and sandy substrate) was the one that had a greater number of organisms collected from the five species, and Est 5 (muddy substrate) was the one that had fewer organisms and found only three species (*U. rapax*, *U. virens* and *U. vocator*).

There was a non-normal distribution and for males (KS = 0.9641, $p = 0.00$), while non-ovigerous females (0.9878, $p = 0.0236$), and ovigerous females (KS = 0.9743, $p = 0.6256$) had normally distributed. Males were significantly larger than females ($p = 0.0048$, $p < 0.05$), but not that ovigerous females ($p = 0.3898$, $p < 0.05$). Females were more abundant in the AC class sizes $> 14\text{mm}$, while males were more concentrated in sizes AC $< 16\text{mm}$, although come to grow more than females. The recruitment of youth is seen mainly in December of both years. At monthly sex ratio was found an increased amount of males. And reproductive activity was observed by the presence of ovigerous females in the months of October to November, more often in October and less frequently in the month of November.

It was determined that the most important morphometries were AC, LC and LQ specifically for males besides the shell sizes that were important to the entire community; we also determined the minimum size of sexual maturity for three of the species found and found a positive correlation between the AC and the number of eggs.

Keywords: *Uca*, ovigerous females, recruitment, reproduction, sex ratio.

INTRODUCCIÓN.-

Entre la macrofauna encontrada en los bosques de manglar, los cangrejos braquiuros son uno de los taxones más importantes con respecto al número de especies, densidad y total de biomasa, (Macia *et al.*, 2001). Muchos de los cangrejos presentes en los manglares son cangrejos violinistas (Familia *Ocypodidae*, género *Uca*) ó cangrejos sesámidos (Familia *Grapsidae*, subfamilia *Sesarminae*). De ambos grupos, los *Ocypodidae* es el grupo más dominante en biomasa y número de especies (Litulo, 2004a).

Los cangrejos violinistas se han caracterizado por ser un grupo de cangrejos intersticiales que habitan estuarios y manglares tropicales y subtropicales de todo el mundo así como por su dimorfismo sexual y el tamaño de su quela (Crane, 1975; Fig. 1). Estos cangrejos construyen sus madrigueras, raspan y depositan el alimento, son dependientes de la materia orgánica, fina o gruesa para su alimentación y se asocian con las superficies de los sedimentos. También juegan un rol importante en los ecosistemas marinos, ya que son alimento para muchos depredadores terrestres (aves) y acuáticos (otros cangrejos y peces) además convierten la materia orgánica intersticial en pequeños rodamientos (Litulo, 2005b).

Sistemática

Muchas veces el nombre de cangrejos violinistas es malinterpretado cuando se refieren a la ondulación de la quela mayor. Este nombre se les ha dado por la apariencia del macho mientras se alimenta; el movimiento continuo de la quela menor que va del sustrato a la boca y de regreso al sustrato, se asemeja al movimiento de un violinista moviendo el arco a través de un violín (la quela larga) (Rosenberg, 2000).

En muchos países de Sudamérica y México, son conocidos como cangrejos violinistas, el cual es una traducción directa del nombre en inglés "fiddler crabs". En

alemán, son llamados “winkerkrabbe”, que en español significa “cangrejos ondulantes”. El nombre general que se ha considerado como el más poético es en japonés, donde lo llaman “siho maneki”, que significa “señales para el regreso de la marea” (Ricketts and Calvin 1948).

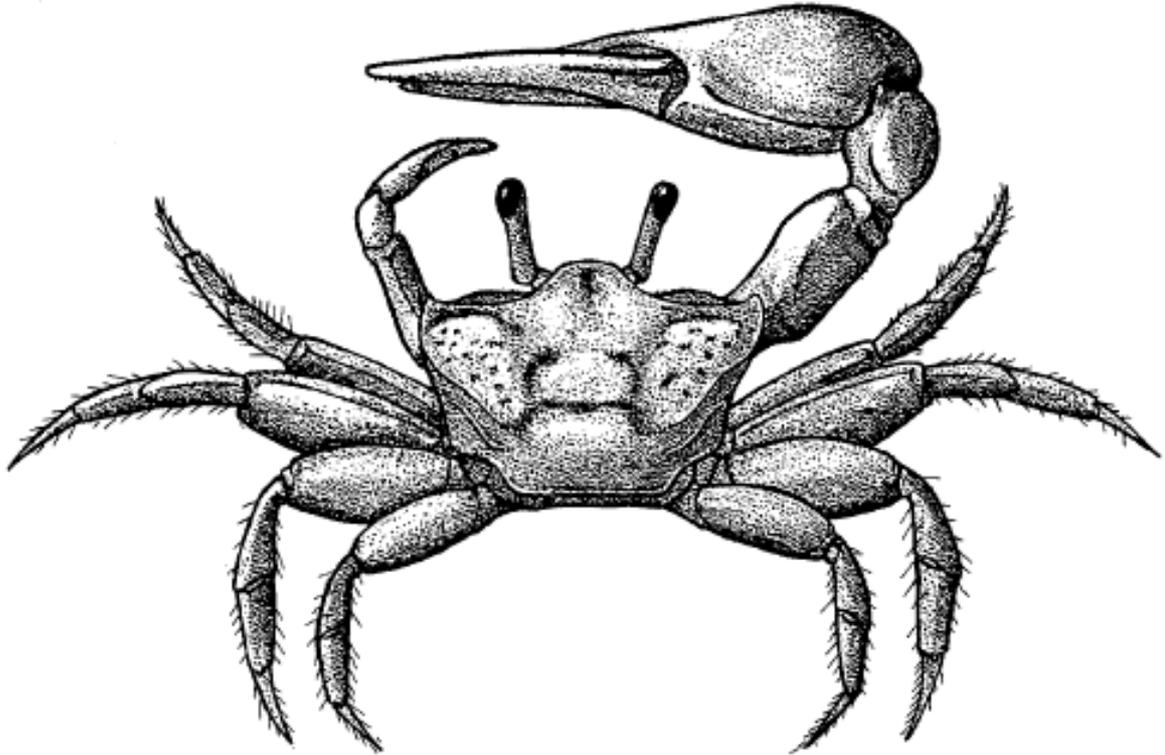


Figura 1.- Asimetría del cangrejo violinista. *Uca vocator* (tomado de Crane, 1975)

Actualmente existen dos propuestas para subdividir al género *Uca*, en relación a los niveles subgenéricos y subespecíficos de clasificación. El primero en dividir oficialmente al género *Uca* en subgéneros fue Bott en 1954, quien reconoció dos subgéneros: *Minuca* ó de “frente amplia” y *Uca* ó de “frente estrecha” (Fig. 2). La frente es parte del caparazón entre los pedúnculos oculares.

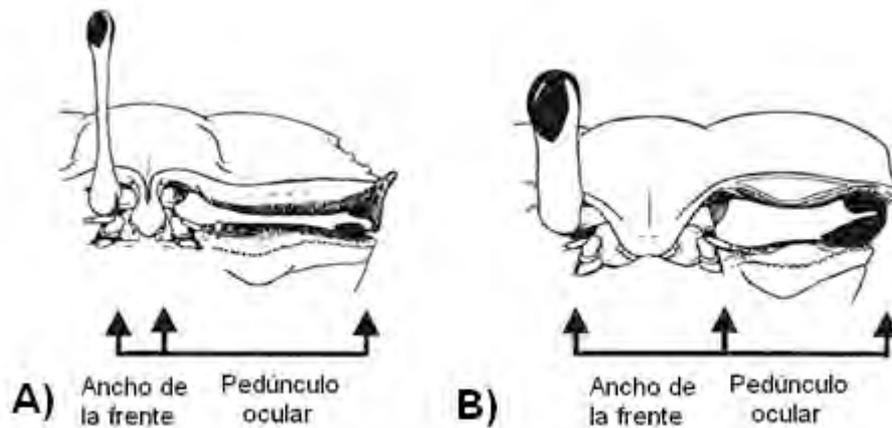


Figura 2.- Ancho de la frente de: A) *Uca ornata* con frente estrecha y B) *Uca terpsichores* con frente amplia (Tomado y modificado de Rosenberg, 2001).

Posteriormente, Crane (1975), en su trabajo “Los cangrejos violinistas del mundo”, hace una descripción detallada de cada especie y subespecie (donde reconoce 62 especies y 92 taxones distintos), con base en su hipótesis de la historia evolutiva de los cangrejos violinistas, hace una división del género en nueve subgéneros (*Deltuca*, *Uca*, *Thalassuca*, *Australuca*, *Minuca*, *Celuca*, *Boboruca*, *Amphiuca* y *Afruca*) (Fig. 3).

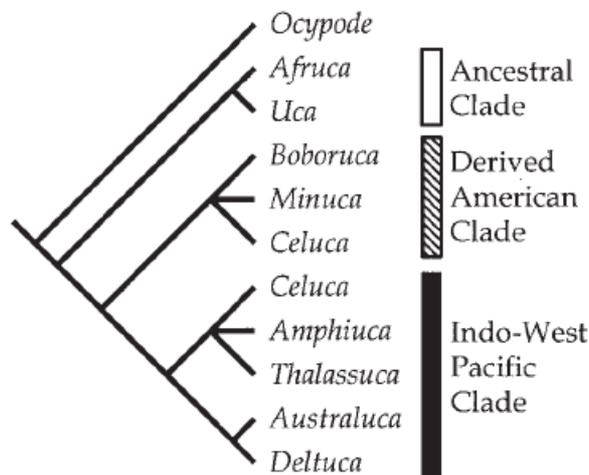


Figura 3.- Relaciones filogenéticas de los subgéneros de Crane (Tomado de Crane 1975)

Posteriormente, Rosenberg (2001), trata el problema de las relaciones evolutivas y señala que ninguna de las divisiones del género *Uca* está basada en una metodología de peso y acepta que la hipótesis de Crane es la más completa, basándose en ella, reconoce 97 especies identificadas y divide al género en 7

subgéneros (*Uca*, *Minuca*, *Gelasimus*, *Paraleptuca*, *Tabuca*, *Leptuca* y *Australuca*) (Tabla 1).

Tabla 1.- Tomado y modificado de Rosenberg 2001

Subgénero	Autor	Tipo	Consistente con Crane(1975)
<i>Uca</i>	Leach, 1814	<i>U. major</i>	<i>Uca</i> y <i>Afruca</i>
<i>Minuca</i>	Bott, 1954	<i>U. mordax</i>	<i>Minuca</i> y <i>Boboruca</i>
<i>Gelasimus</i>	Latreille, 1817	<i>U. vocans</i>	<i>Thalassuca</i>
<i>Paraleptuca</i>	Bott, 1973	<i>U. chlorophthalmus</i>	<i>Amphiuca</i>
<i>Tabuca</i>	Bott, 1973	<i>U. urvillei</i>	<i>Deltuca</i>
<i>Leptuca</i>	Bott, 1973	<i>U. stenodactylus</i>	<i>Celuca</i>
<i>Australuca</i>	Crane, 1975	<i>U. bellator</i>	<i>Australuca</i>

Actualmente, el género *Uca* pertenece a la familia Ocypodidae, subfamilia Ocypodinae (Fig. 4). Se ha considerado a los cangrejos fantasma (*Ocypode*) como el grupo hermano de los cangrejos violinistas (Crane, 1975; Manning y Holthuis, 1981), y únicamente se encuentran dos géneros en la subfamilia; esta relación ha sido confirmada por análisis moleculares (Kitaura *et al.*, 1998).

Phylum: Arthropoda von Siebold, 1848

Subphylum: Crustacea Brunnich, 1772

Clase: Malacostraca Latreille, 1802

Subclase: Eumalacostraca Grobben, 1892

Orden: Decapoda Latreille, 1802

Infraorden: Brachyura Linnaeus, 1758

Sección: Eubrachyura Saint Laurent, 1980

Subsección: Thoracotremata Guinot, 1977

Superfamilia: Ocypodoidea Rafinesque, 1815

Familia: Ocypodidae Rafinesque, 1815

Subfamilia: Ucinæ Dana, 1851

Género: *Uca* Leach, 1814

Figura 4.- Tomado y modificado de De Grave (2009).

Los cangrejos cuentan con cinco pares de apéndices (por eso el nombre Decapoda), de los cuales cuatro de ellos son caminadores y dos de ellos quelados, y su función está relacionada con la alimentación, para la defensa, el ataque así como con la reproducción, tanto para detener a la hembra durante la copula, como para hacer señales a la hembra durante el cortejo, esto último se ha estudiado particularmente en especies del género *Uca*. Entre los caracteres taxonómicos de los cangrejos violinistas se encuentran los somáticos asociados al caparazón (Fig. 5), y la quela de mayor tamaño en machos y los reproductivos, atributos relacionados con la morfología del gonópodo de los machos (Fig. 6) y el gonopóro en las hembras, que se encuentra en la parte anterior de la cavidad abdominal (Crane, 1975; <http://www.fiddlercrab.info>).

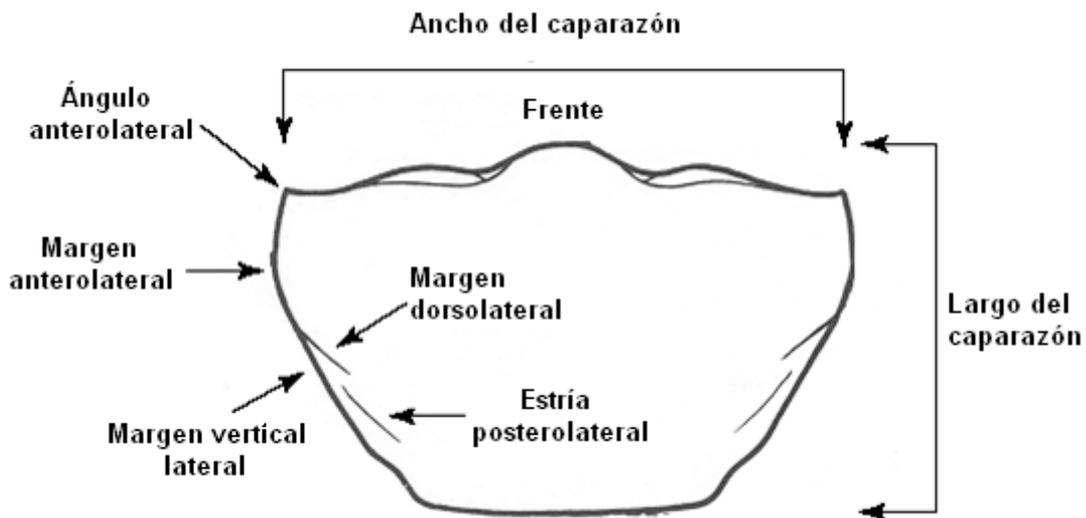


Figura 5.- Morfología del caparazón del cangrejo violinista (Tomado y modificado de Crane, 1975)

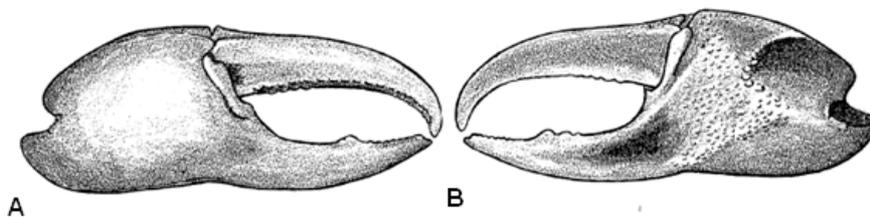


Figura 6.- Morfología de la quela mayor. (A) Parte externa de la quela mayor y (B) Parte interna de la quela mayor. (Tomado y modificado de Rosenberg, 1997).

Ecología

Los cangrejos violinistas se encuentran principalmente en estuarios, marismas y bosques de mangle de las regiones tropicales y templadas del planeta (Crane, 1975). De las 97 especies del género *Uca* que se han descrito, más de 60 son de áreas tropicales (Litulo, 2005b). La principal característica en el dimorfismo sexual es la asimetría de los quelípedos del macho. Estos organismos cuentan con uno de los más grandes niveles de asimetría en el cuerpo que se haya observado en cualquier otro organismo bilateral, ya que presentan una quela mayor (la cual llega a tener hasta una tercera parte de la biomasa corporal) y una quela menor que es utilizada para la alimentación (Rosenberg, 2001) (Fig. 1). Los machos realizan demostración acústica en cada una de las especies. Y sirve para la defensa y ataque entre macho-macho y el reconocimiento de especie macho-hembra para la selección de pareja (Crane 1975).

En el campo, varias especies pueden ser reconocidas por el patrón de ondulación. Varias especies son además morfológicamente similares y pueden ser virtualmente distinguidas por la manifestación de diferencias acústicas. La posición de la quela mayor articulada al cuerpo, izquierda o derecha, puede variar en una población de una especie, pueden llegar a tener hasta un número igual de quelas mayores, ó que esta predomine en uno de los lados, como en un grupo de siete especies en el Pacífico este (Rosenberg, 2000) ó en el caso de *U. vocans vomeris* que del 96%-97 de los machos tienen predominantemente la quela mayor en el lado derecho y éstos son más hábiles en la contienda contra machos de quela mayor opuesta (Backwell, *et al.*, 2011).

Según Rosenberg (2000), los cangrejos violinistas recogen el sedimento del sustrato (con la quela menor si es macho y con ambas si es hembra) y usan las partes de la boca para raspar la materia orgánica (algas o diatomeas) y separarla del lodo o arena. El sedimento inorgánico restante es reducido a un pequeño globo o esfera, el cual generalmente es desperdicio depositado en el área próxima a las madrigueras. Ya que los machos únicamente tienen una quela con la que se alimentan, lo hacen por más tiempo y raspan más rápido que las hembras. Una vez que la quela mayor alcanza cierto tamaño, se convierte en una herramienta ineficiente para la alimentación.

La cópula está restringida a 5 ó 6 días en un ciclo semilunar y lo mismo ocurre para un tiempo óptimo del desove (Litulo, 2004b), los machos construyen una

madriguera que después de entrar la hembra, es cerrada y construyen otra cámara terminal, posteriormente, en algunas horas ocurre la cópula dentro de la madriguera (Yamaguchi, 1998). Al día siguiente, cuando la lluvia cae, el macho abre la entrada de la madriguera y sale a la superficie, seguido de la hembra ovígera que tiene desde cientos hasta miles de huevos bajo el abdomen, que en conjunto se asemejan a una pequeña esponja. La hembra posteriormente inserta sus apéndices caminadores de un lado en el sustrato y cavan una pequeña bola de sustrato con la que cierra la entrada. Posteriormente, la hembra ovígera regresa y se queda en la madriguera hasta la eclosión de las larvas (Yamaguchi, 2001a).

El volumen de los huevos se incrementa conforme el embrión se desarrolla y el contenido de lípidos y ácidos grasos disminuye a través de la embriogénesis, ya que es una importante fuente de energía para el embrión (Figueiredo *et al.*, 2008). Cuando el embrión se encuentra listo para la eclosión, la hembra camina hacia el agua donde permite que eclosionen como larvas microscópicas que nadan libremente. El primer estado larval, se le conoce como zoea. Estas larvas viven en mar abierto como parte del plancton. A medida que van creciendo y pasan por una serie de mudas, las larvas alcanzan la etapa de megalopa y al final de las etapas larvales, la última muda es el paso a ser cangrejos inmaduros; el tiempo en el que una larva pelágica pasa a ser un cangrejo varía entre especies y condiciones ambientales; pero usualmente los periodos son de unas pocas semanas hasta algunos meses. Posteriormente, los cangrejos regresan a tierra ya como jóvenes parecen machos y hembras de tamaño muy pequeño. A medida que van creciendo, se convierten en adultos y los caracteres sexuales como la asimetría en la quela mayor se vuelven evidentes, y el desarrollo de las gónadas (gonopóro y gonópodo para hembras y machos respectivamente). Éstos cangrejos ya maduros, se reproducen y comienza el ciclo de vida nuevamente (www.fiddlercrab.info).

Alometría

Los estudios de los procesos de crecimiento multidimensional y las relaciones entre varios órganos de un organismo, (o varias poblaciones) y cómo esas relaciones evolucionan tienen una importancia fundamental en biología. Esto permite examinar los gradientes de crecimiento en un organismo y comprender su forma, función y nicho biológico así como también el papel evolutivo que tiene su forma actual. Existen formulas alométricas para la relación entre tamaños y órganos

separados. Huxley (1924, 1932), sintetizó los primeros trabajos de este estilo basado en las tasas de crecimiento relativo de dos órganos manteniendo un radio constante a través del periodo de crecimiento. Las extensiones multivariadas de estos primeros trabajos acerca de las fórmulas alométricas simples, han sido objeto de muchos estudios que han dirigido de una simple ecuación alométrica a una extensión que lleva hasta más de dos dimensiones. Reymont, en 1960, propuso la regresión lineal logarítmica de una de las variables medidas usada vs todas las demás (Griffths y Sandland, 1984).

Otra de las aplicaciones del análisis alométrico, es utilizada por la pesca; ya que determinan la edad y el tiempo en los que los organismos cuentan con un mayor crecimiento, las diferencias ambientales que provocan un aumento de talla y las diferencias entre las morfometrías de machos vs las de hembras (Chow y Sandifer, 1991; Rufino, *et al.*, 2004)

Fecundidad

De manera práctica, la información que proporciona la fecundidad de los organismos es fundamental para el manejo de la pesca (Litulo, 2004a), ya que la fecundidad, que es el número de huevos por hembra, determina el potencial reproductivo y el tamaño almacenado de la población (Mantelatto y Fransozo, 1997).

Las características reproductivas de una especie son el resultado de las interacciones de varios factores externos como internos. Factores tales como temperatura, salinidad, viabilidad de alimento, fotoperiodo y ciclo lunar pueden determinar la periodicidad y extensión del periodo reproductivo de una especie, así como la fecundidad (Litulo, 2004a).

ANTECEDENTES.-

En su análisis, Crane (1975), ignoraba los reportes de varias especies aisladas, considerándolas como inexactas (Thurman, 1987). Posteriormente, la taxonomía y biogeografía del género *Uca* a lo largo de las costas del Golfo de México fueron reexaminadas por Barnwell y Thurman (1984). En este estudio fueron reportadas once especies de los especímenes que se encontraban en las colecciones y museos del Este de México.

Posterior a 1975 y hasta la fecha, se han realizado un gran número de investigaciones sobre las especies del género *Uca* que se distribuyen en el Golfo de México. En el área de sistemática destacan Barnwell y Thurman, (1984), Thurman, (1985 y 1987) y Hopkins y Thurman (2010). Actualmente, 13 especies de cangrejos del género *Uca* se han reportado para las costas del Golfo de México: *U. burguersi* (Holthuis, 1967), *U. longisignallis* (Salmon y Atsides, 1968), *U. major* (Herbest, 1782), *U. marguerita* (Thurman, 1981), *U. panacea* (Novak y Salmon, 1974), *U. rapax* (Smith, 1870), *U. spinicarpa* (Rathbun, 1900) *U. subcylidnrca* (Stimpson, 1859), *U. virens* (Salmon y Atsides 1968), *U. vocator* (Herbest 1804), *U. thayeri* (Rathbun, 1990), *U. speciosa* (Ives, 1891) y *U. minax* (LeConte, 1855) (Thurman 1987). Raz-Guzman y colaboradores (1996) reportaron 2 especies en Veracruz, México: *U. vocator* y *U. rapax* (Raz-Guzman *et al.*, 1996; Alvarez *et al.*, 1999; Felder *et al.*, 2009; Alvarez *et al.*, 2011)

En cuanto a la biología de los cangrejos violinistas, se ha estudiado las variaciones reproductivas (Mouton y Felder, 1995) y Thurman (1985). Litulo (2005b), reportó que el género *Uca* en regiones tropicales tiene un reclutamiento continuo y una tasa constante de mortalidad larval, también menciona que las tasas de mortalidad cambian según las condiciones ambientales con las que se pueden encontrar los organismos.

En los trabajos de Litulo (2005b), Arruda y Matthews (2006) y Hirose, *et al.* (2008), los muestreos poblacionales que se hacen mes con mes, durante un ciclo anual, revelan una distribución unimodal y bimodal, que sugieren la existencia de grupos de edades diferentes. Tales patrones son atribuidos a la migración, mortalidad y principalmente a las tasas de crecimiento todos ellos diferenciales (Yamaguchi, 2001b; Colpo y Negreiros-Fransozo, 2003).

Se ha observado un dimorfismo presente en la población ya que los machos son más grandes que las hembras y aunque las proporciones sexuales no difieren significativamente de 1:1, se observan desviaciones significativas en varios meses (Litulo, 2005b). Este dimorfismo sexual sugiere que en las hembras se ha seleccionado menores tallas y menores tasas de crecimiento para asignar su energía en la reproducción, un hecho que puede dirigir a un menor crecimiento somático que el que se ha observado en los machos. Por otro lado, en el caso de los machos, es probable que se haya favorecido un mayor tamaño corporal y mayores dimensiones de la quela, ya que estas características están asociadas con un mayor éxito reproductivo (Litulo, 2005a, 2005b).

En muchas especies tropicales y subtropicales, el periodo reproductivo (observada por la presencia de hembras ovígeras) ocurre durante los meses más cálidos, ya que los recursos alimenticios son más abundantes. (Sastry, 1983; Meusy y Peyen, 1988; Ashton *et al.*, 2003). La precipitación es otro factor que promueve la reproducción de los crustáceos del género *Uca* ya que causa cambios en la salinidad del agua, y aumento en los recursos alimenticios (Sastry, 1983).

El ciclo reproductivo de los cangrejos violinistas varía enormemente. Sin embargo, la duración del periodo de reproducción se ha correlacionado a factores ambientales como: la temperatura, fotoperiodo, alimento disponible y precipitación (Litulo, 2005^a; Sastry, 1983).

Con respecto a la reproducción, Nash en 1991 señaló que el pico de reproducción se encontraba después del pico de lluvias para estos cangrejos, posteriormente. En 2004b y 2005b, Litulo reporta que la temperatura y la precipitación son los factores externos que influyen en la reproducción y fecundidad de los cangrejos del género *Uca*; siendo la precipitación el factor fisicoquímico que puede ser utilizado como un mejor predictor (Emmerson 1994, 1999).

Las relaciones alométricas entre la fecundidad y las variables morfométricas de los cangrejos, han sido atribuidas al hecho de que la masa de huevos está limitada al espacio viable para la acumulación de reservas y el desarrollo de la gónada, dentro del cefalotórax (Litulo, 2004a). La amplia variabilidad en la forma del caparazón, afecta el volumen reservado para el desarrollo gonadal y consecuentemente, el tamaño de la masa ovígera. El volumen de la cavidad del cuerpo usualmente presenta alometrías similares, por lo tanto, el espacio abdominal

crece durante la muda puberal en los braquiuros reteniendo un máximo de huevos para este espacio (Mantelatto y Fransozo, 1997).

El número de huevos producido por los organismos de la familia Ocypodidae varía enormemente. Thurman (1985), reportó que en el Golfo de México, *U. subcylindrica* podía llegar hasta mil huevos, y que éste se incrementa con el crecimiento del caparazón. Las hembras de *U. tangeri* producen más huevos y la hembra más grande puede producir hasta 77, 000 (Rodríguez, *et al.*, 1997). El coeficiente para la determinación, ha sido el ancho del caparazón y el peso húmedo que se han utilizado como buenos predictores de fecundidad (Litulo, 2004b). En México los estudios sobre género *Uca*, se han enfocado a los aspectos de taxonomía y distribución de las especies. Actualmente, 13 especies de cangrejos del violinistas se han reportado para las costas del Golfo de México: *U. burguersi* Holthuis, 1967, *U. longisignallis* Salmon y Atsoides, 1968, *U. major* (Herbest, 1782), *U. marguerita* Thurman, 1981, *U. panacea* Novak y Salmon, 1974, *U. rapax* (Smith, 1870), *U. spinicarpa* Rathbun, 1900, *U. subcylidnrca* (Stimpson, 1859), *U. virens* Salmon y Atsoides 1968, *U. vocator* (Herbest 1804), *U. thayeri* Rathbun, 1990, *U. speciosa* (Ives, 1891) y *U. minax* (LeConte, 1855) (Thurman 1987).

La región del Este de México, es rica en especies del género *Uca*, esta costa es biogeográficamente significativa para las comunidades marinas de agua superficial, ya que se considera un área de transición entre las provincias templadas de Norteamérica y las provincias tropicales del Caribe. Varias especies de cangrejos violinistas parecen ser bio-indicadores de hábitats característicos que ejercen sutiles diferencias de muchas otras especies intersticiales (Barnwell y Thurman, 1984). Consecuentemente, Thurman (1987), propuso la subdivisión biogeográfica de México usando a los cangrejos violinistas; y menciona que las transiciones climáticas y edáficas, la salinidad y la cobertura de la vegetación entre Tamaulipas y Quintana Roo, se correlacionan con los cambios en la subdivisión biogeográfica y los conjuntos de las especies de *Uca*.

A pesar de que se tiene información más o menos completa, sobre la identidad de las especies que se distribuyen en la planicie costera del Golfo de México, los estudios que abordan otros aspectos, ya sea biológicos, ecológicos o etológicos de estos cangrejos son escasos, particularmente porque no se han llevado a cabo muestreos sistemáticos que permitan establecer las variaciones que sufren las poblaciones en periodos anuales o mayores. El presente estudio toma esta

problemática y con base en muestreos periódicos entre los años 2008 y 2009, que se llevaron a cabo en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, como parte del presente proyecto, se realizaron análisis estadísticos de alometría, parámetros reproductivos y temporada reproductiva para determinar la estructura tanto de la comunidad como de cada una de las especies de Cangrejos del género *Uca* en la región sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

OBJETIVOS.-

Objetivo General

- Analizar la estructura poblacional de los cangrejos del género *Uca* (Decapoda: Brachyura: Ocypodidae) en la región sur de Laguna de Tamiahua Veracruz, México.

Objetivos Particulares

Identificar o determinar:

- a) Las especies componentes de la población de cangrejos del género *Uca*.
- b) Las morfometrías de mayor impacto en el análisis poblacional.
- c) La proporción de quela mayor izquierda por quela mayor derecha presentes en los machos.
- d) La proporción de machos y hembras de las diferentes especies componentes de la población de cangrejos.
- e) La talla mínima de madurez sexual de las diferentes especies componentes de la población de cangrejos.
- f) El periodo de reproducción en las diferentes especies.
- g) La relación que existe entre la talla de las hembras y el número de huevos/hembra en cada una de las especies.

MATERIAL Y MÉTODO.-

La Laguna de Tamiahua, Veracruz, es la tercera más grande de la República Mexicana, por su extensión, mide aproximadamente 800 km², se localiza en la porción Norte del Estado de Veracruz, entre el Río Pánuco al Norte y el Río Tuxpan al Sur y entre los 21°06' y 22°06' de latitud Norte, y los 97°23' y 97°46' de longitud Oeste (Fig. 7) (Reséndez, 1970).

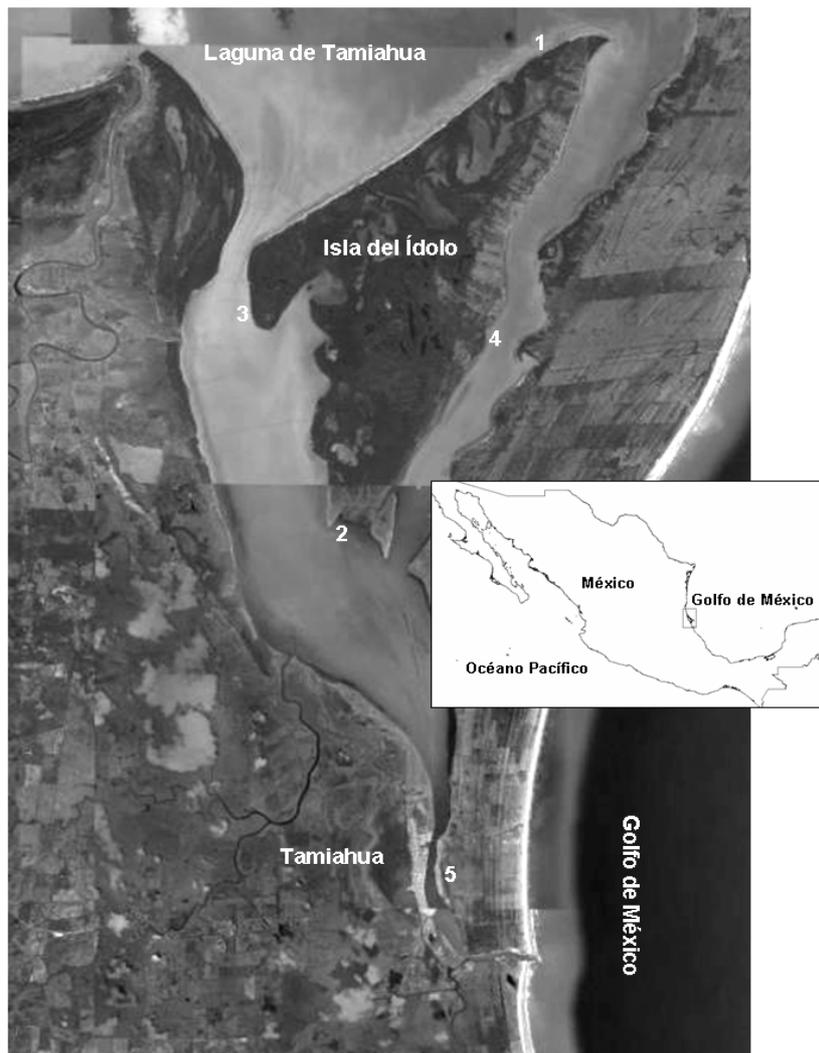


Figura 7.- Ubicación de las estaciones de muestreo en la región Sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (1, N 21° 28' 42'' - W 97° 24' 29''; 2, N 21° 21' 44'' - W 97° 27' 32''; 3, N 21° 25' 23'' - W 97° 29' 08''; 4, N 21° 24' 37'' - W 97° 25' 42'' - 5, N 21° 08' 13'' - W 97° 26' 38'' Tomado de Google Earth).

Aspectos fisiográficos

Se pueden encontrar tres geformas en la Laguna de Tamiahua: laguna costera, llanura costera e islas. Según la clasificación de la FAO-UNESCO (1989), se puede

encontrar un suelo con una alta porción de arcilla (más de 30%) al menos hasta 50 cm de profundidad; desarrolla fisuras de hasta 1 cm de ancho. El subtipo éutrico tiene un grado de saturación de 50% como mínimo, por lo menos en una profundidad comprendida entre 20 y 50 cm a partir de la superficie y carece de un horizonte cálcico (de concentración de carbonato de calcio) o gípsico (concentración de yeso) (Saner,1967).

Aspectos bióticos

Según Dougie (1962), el bosque de manglar es el principal ecosistema en esta región. se pueden encontrar especies como el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

Los principales usos del suelo y tipos de vegetación dentro de esta región, así como su porcentaje de superficie son:

Agricultura, pecuario y forestal, actividades que hacen uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal, 54%.

Manglar, vegetación halófila densa dominada por mangles en zonas costeras, estuarinas y fangosas, siempre zonas salobres, pudiendo alcanzar los 25 m de altura, 21%.

Vegetación halófila, se establece en suelos salinos, 11% vegetación de dunas, se establece en dunas costeras, por lo cual éstas quedan fijas, 8%.

Selva alta perennifolia, comunidad vegetal en donde el dosel arbóreo sobrepasa los 30 m de altura y donde más de 75 % de las especies conservan las hojas todo el año, 6%.

Trabajo de campo

Se establecieron 5 estaciones de muestreo en la porción sur de la Laguna de Tamiahua, la estación 1 corresponde al Norte de la isla, la 2 al Sur, la 3 a la posición Oeste, la 4 en la posición Este de la isla y finalmente, la estación 5 en la Barra de Corazones (Fig. 7). Se buscó que estos puntos abarcaran los hábitats mas frecuentados por los cangrejos violinistas. La distribución de las estaciones de acuerdo con el tipo de sustrato predominante fue la siguiente:

Estación 1. – sustrato arenoso

Estación 2. – sustrato arenoso-lodoso

Estación 3. – sustrato lodoso

Estación 4. – sustrato lodoso

Estación 5. – sustrato lodoso

Se realizaron 8 muestreos durante el periodo diciembre de 2008 a diciembre de 2009 (Tabla 2).

Tabla 2.-Meses en los que se llevó a cabo cada colecta del estudio.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2008												⊗
2009		⊗			⊗		⊗		⊗	⊗	⊗	⊗

Los organismos fueron recolectados a mano, al azar, en cuadrantes de 20 x 20 metros, abarcando la zona de costa y vegetación asociada. Estos fueron colocados dentro de contenedores plásticos de 2 litros, preservados en OH 70° y etiquetados con los siguientes datos: geoposición, fecha y estación de colecta.

Para el análisis de fecundidad se consideraron únicamente organismos catalogados como hembras ovígeras que son aquellas con presencia de ovocitos adheridos a los pleópodos.

Trabajo de laboratorio

Una vez en el laboratorio de Taller de Biología de Animales 3 de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (FC-UNAM) los cangrejos fueron lavados y preservados en OH 70°. Se identificaron 5 especies en la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología (CNCR), con base en la forma del gonópodo, ornamentación de la quela, cerdas de los apéndices locomotores, parches en el caparazón, tubérculos en el gonoporo y forma de la frente.

Se utilizaron distintas medidas morfométricas tomadas con vernier electrónico ($0.01 \pm 0.003\text{mm}$) de los ejemplares identificados (Fig. 8).

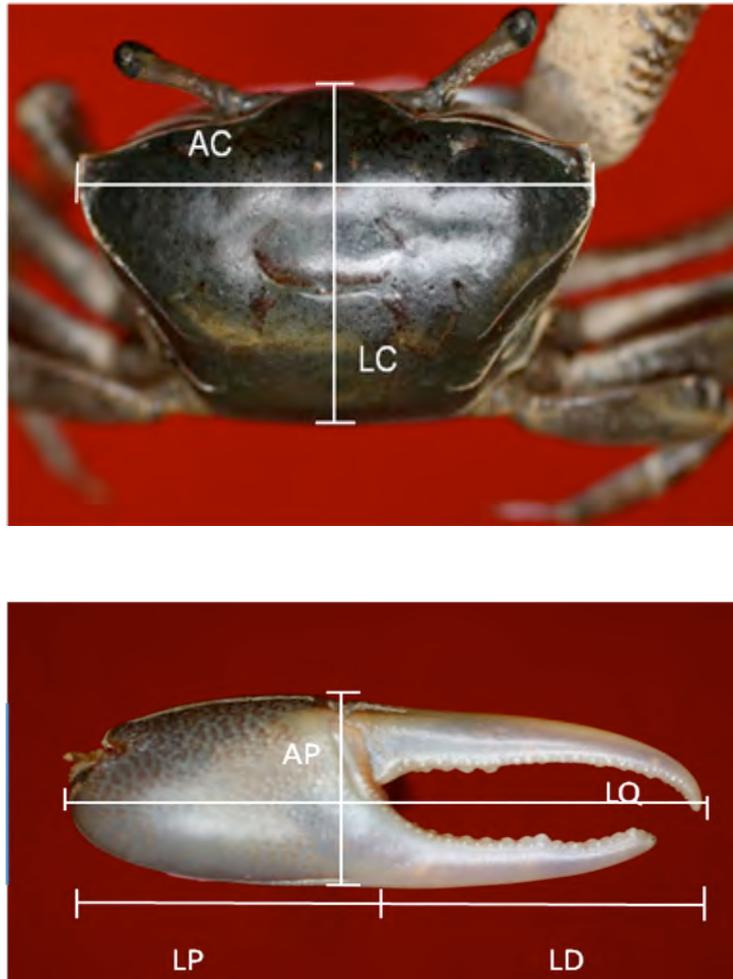


Figura 8.- Medidas morfométricas usadas en el análisis multivariado de discriminación: largo del caparazón (LC), ancho del caparazón (AC), largo de la quela (LQ), alto de la palma (AP), largo de la palma (LP) y largo del dedo móvil (LD).

Posteriormente, se pesó la masa ovígera en una balanza analítica Marca Ohaus Adventurer. (± 0.001 g) y una alícuota que fue contada en el microscopio de disección para extrapolar por regla de tres el número de huevos presentes en el abdomen de las hembras. También se midió en un microscopio óptico (Olympus) el diámetro de 25 huevos de cada hembra ovígera de cada especie donde se obtuvo el promedio, el tamaño mínimo y el tamaño máximo.

Análisis estadístico

Análisis poblacional

Se determinaron las frecuencias relativas de la comunidad de cangrejos violinistas y de cada una de las especies, en grupos de machos y hembras; éstas últimas fueron divididas en hembras ovígeras y hembras no-ovígeras (Tabla 1).

Se utilizó la prueba no paramétrica: Kolmogorov-Smirnov (KS) para conocer si la distribución de cada uno de los grupos era una del tipo normal en todas las recolectas. También se determinaron las frecuencias relativas para conocer la concentración de las diferentes especies en cada una de las estaciones de colecta (Tabla 3).

Para comparar la diferencia de tamaños entre machos y hembras se realizó una prueba del estadístico t para dos muestras, suponiendo varianzas iguales. También se compararon los promedios (prom) y desviación estándar (DS) de los tamaños del AC de machos y hembras en cada una de las estaciones donde se encontraba cada especie para determinar en donde se encontraba un mejor sustrato para cada una de las especies estudiadas.

Se describieron los porcentajes de las frecuencias en la posición de la quela mayor siendo las variables cualitativas izquierda (I) y derecha (D) en cada una de las especies.

Periodo de reproducción

Se realizó una gráfica de puntos para observar el comportamiento de los factores fisicoquímicos: pH, temperatura y precipitación promedio, esta última, obtenido de CONAGUA (<http://www.cna.gob.mx>); así como del porcentaje de la frecuencia relativa de hembras ovígeras que se encontraron en el estudio mes con mes.

Fecundidad

Medidas Morfométricas

De las morfometrías tomadas se determinaron los promedios y DS para machos y hembras; se llevó a cabo un análisis multivariado de discriminación donde se observaron las variables más relevantes en el análisis de fecundidad. Posteriormente se llevó a cabo un análisis de correlación multivariada para conocer la ecuación que mejor describiera el crecimiento morfológico de los cangrejos.

Maduración sexual

Se intentó utilizar una técnica computacional para estimar el tamaño de maduración sexual del género *Uca* (Somerton, 1980) en la Laguna de Tamiahua, sin embargo, debido a que en los análisis de correlación del AC y LC ó en la de AC y LQ no

aparecía el corte estimado de madurez sexual, se concluyó que se contaba con muy pocas tallas de organismos jóvenes y se utilizó el método de considerar el tamaño mínimo de la hembra ovígera de cada especie colectada y utilizar esa medida como punto crítico de maduración sexual (Litulo 2004a).

Análisis poblacional de hembras ovígeras

Se llevó a cabo una comparación de intervalos entre los tamaños del AC de las HOv, utilizando el estadístico t para dos colas, suponiendo variables similares.

RESULTADOS

Análisis poblacional

El total de organismos recolectados pertenecientes al género *Uca* fue de 897, de los cuales 599 fueron machos (66.8%) y 298 hembras (33.2%). El subgrupo de hembras se dividió en no grávidas (♀ NOv) y grávidas (♀ Ov), hembras con ovocitos adheridos a los pleópodos); las primeras con un total de 266 y las segundas con un total de 32 (29.65% y 3.56% respectivamente del total de la población). La fecha en la que se capturó la mayor cantidad de organismos, correspondió a julio de 2009, (214) seguido de mayo (211) y las fechas en donde menos organismos se recolectaron correspondió a diciembre de 2008 (28) (Tabla 3).

Tabla 3.- Organismos capturados en cada uno de los 8 muestreos en donde se muestra la proporción de sexos: machos (♂), hembras no ovígeras (♀ NOv) y hembras ovígeras (♀ Ov).

Mes	♂	%	♀ NOv	%	♀ Ov	%	Total	%	Proporción (♂:♀)
Diciembre	23	2.56	5	0.55	-	-	28	3.12	4.6:1
Febrero	33	3.67	14	1.56	-	-	47	5.23	2.35:1
Mayo	122	13.6	89	9.92	-	-	211	23.52	1.37:1
Julio	126	14.04	88	9.81	-	-	214	23.85	1.43:1
Septiembre	85	9.47	19	2.11	-	-	104	11.59	4.47:1
Octubre	87	9.69	14	1.56	27	3.01	128	14.26	2.12:1
Noviembre	96	10.7	24	2.67	5	0.55	125	13.93	3.31:1
Diciembre	27	3.01	13	1.44	-	-	40	4.45	2.07:1
Total	599	66.77	266	29.65	32	3.56	897	100	2.01:1

A partir de las claves de identificación que presenta Crane (1975), se logró identificar 5 especies de cangrejos del género *Uca*: *U. panacea*, *U. rapax*, *U. spinicarpa*, *U. virens* y *U. vocator*.

Se estimó la proporción de cada una de las especies con respecto al total de organismos recolectados así como la proporción entre machos y hembras para cada una de éstas.

La especie predominante en este estudio fue *U. virens* con 387 organismos que representan el 43.25% de la población total, en segundo lugar se encuentra *U. panacea* con 289 (32.21%), en tercero *U. vocator* con 158 (17.5%), en cuarto lugar, *U. rapax* con 34 (3.79%) y finalmente *U. spinicarpa* con 29 (3.23%) (Tabla 4).

Tabla 4. – Número de organismos por especie, por fecha de recolecta y sexo.

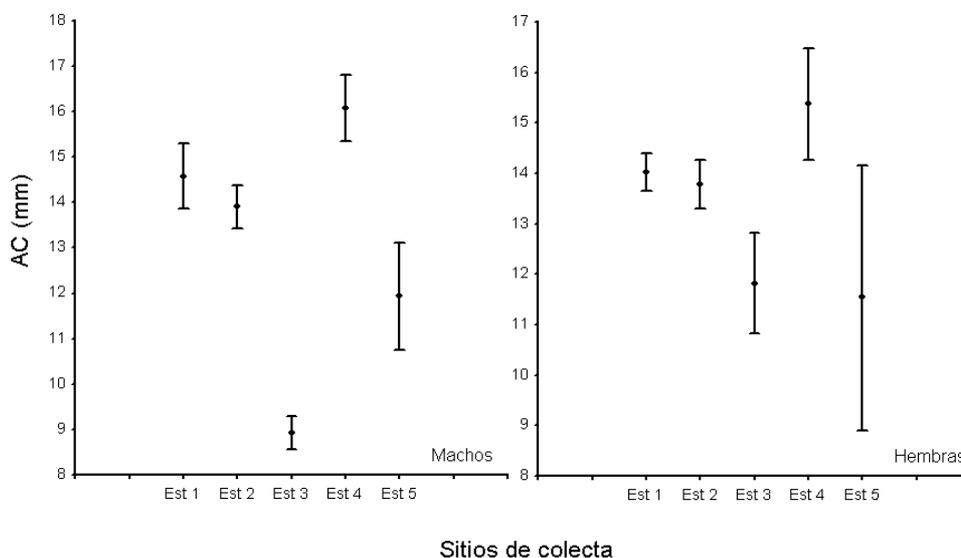
Mes	<i>U. panacea</i>		<i>U. rapax</i>		<i>U. spinicarpa</i>		<i>U. virens</i>		<i>U. vocator</i>	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Diciembre	0	0	0	0	0	0	13	2	10	3
Febrero	25	12	0	1	1	0	4	1	3	0
Mayo	55	41	3	9	0	0	17	19	47	20
Julio	86	37	5	0	8	0	24	49	3	2
Septiembre	20	2	3	2	20	0	36	13	6	2
Octubre	2	2	4	2	0	0	45	29	36	8
Noviembre	1	0	3	1	0	0	86	26	6	2
Diciembre	4	2	1	0	0	0	16	7	6	4
Total por sexo	193	96	19	15	29	0	241	146	117	41
Total	289		34		29		387		158	

La estación 2, fue en donde se obtuvo la mayor cantidad de organismos recolectados de las cinco especies identificadas, este sitio posee una combinación de sustrato lodoso y arenoso. La estación 5, con sustrato predominantemente lodoso fue en donde se obtuvo la menor cantidad de organismos y sólo se encontraron tres de las cinco especies (*U. rapax*, *U. virens* y *U. vocator*).

Las tallas más grandes de cangrejos para ambos sexos fueron encontrados en la estación 4 (Gráfica 1); donde presenta un sustrato lodoso, cabe señalar que la especie predominante en este tipo de sustrato fue *U. vocator* (Tabla 5), que fueron los organismos machos y hembras de mayor talla en el análisis morfométrico en su conjunto.

Tabla 5.- Número y pocentaje de organismos capturados por especie, por estación.

	Estación					Total
	1	2	3	4	5	
<i>U. panacea</i>	154	132	5	0	0	291
%	17.17	14.72	0.56	0	0	32.44
<i>U. rapax</i>	4	16	3	6	4	33
%	0.45	1.78	0.33	0.67	0.45	3.68
<i>U.spinicarpa</i>	0	26	3	0	0	29
%	0	2.90	0.33	0	0	3.23
<i>U. virens</i>	6	145	148	52	33	384
%	0.67	16.16	16.50	5.80	3.68	42.81
<i>U. vocator</i>	12	22	32	77	17	160
%	1.34	2.45	3.57	8.58	1.90	17.84
total	176	341	191	135	54	897
%	19.62	38.02	21.29	15.05	6.02	100.00



Gráfica 1. – Promedio y desviación estándar del AC por sexo de cada sitio de recolecta.

En cuanto a la posición de la quela mayor que se observó en machos, no varió significativamente de una proporción 1:1 en cada una de las especies reportadas (Tabla 6).

Tabla 6.- Posición de la quela mayor en los machos de cada una de las especies encontradas.

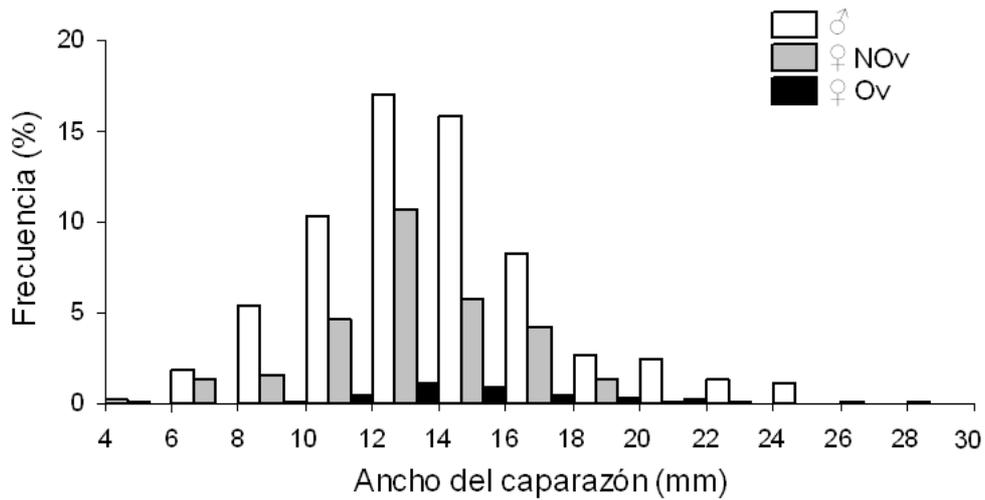
	N	Quela mayor izquierda # (%)	Quela mayor derecha # (%)
<i>Uca</i>	599	301 (50)	298 (50)
<i>U. panacea</i>	193	105 (54)	88 (46)
<i>U. rapax</i>	19	10 (53)	9 (47)
<i>U. spinicarpa</i>	29	17 (59)	12 (41)
<i>U. virens</i>	241	117 (49)	124 (51)
<i>U. vocator</i>	117	52 (44)	65 (56)

El rango de la característica AC para toda la población fue de 4.3 a 28.6 mm, donde los machos fueron de 4.4 a 28.6 mm promedio (prom) \pm desviación estandar (DS) 14.18 ± 3.65 . Las HNOv tuvieron tamaños de 4.3 mm a 23.0 mm (prom \pm DS: 13.48 ± 2.81); y las HOv observaron tallas de 9.0 mm a 20.0 mm, (prom \pm DS: 15.75 ± 2.95). La mayor abundancia de las tres categorías se encontró con un $AC > 12$ mm que corresponde a un 74.8% de la población total.

Se establecieron intervalos de 2 mm de AC para la característica comenzando en 4 y terminando en 30 mm para toda la población (Gráfica 2), lo anterior dio 13 intervalos, la mayor concentración de organismos son del 3 al 7 que corresponden a tallas que van de los 8.0 a los 18.0 mm.

Se encontró una distribución no normal para machos (KS= 0.9641, $p=0.00$) y HNOv (KS=0.9878, $p=0.0236$), mientras que las HOv mostraron una distribución normal (KS=0.9743, $p=0.6256$).

Los machos fueron significativamente más grandes que las hembras ($t=0.0048$, $p<0.05$), pero no que las hembras ovígeras ($t=0.3898$, $p<0.05$). Las hembras fueron más abundantes en las clases $AC > 14$ mm, mientras que los machos estaban concentrados en tamaños de $AC < 16$ mm, aunque se puede observar la presencia de machos con tallas mayores que las hembras.

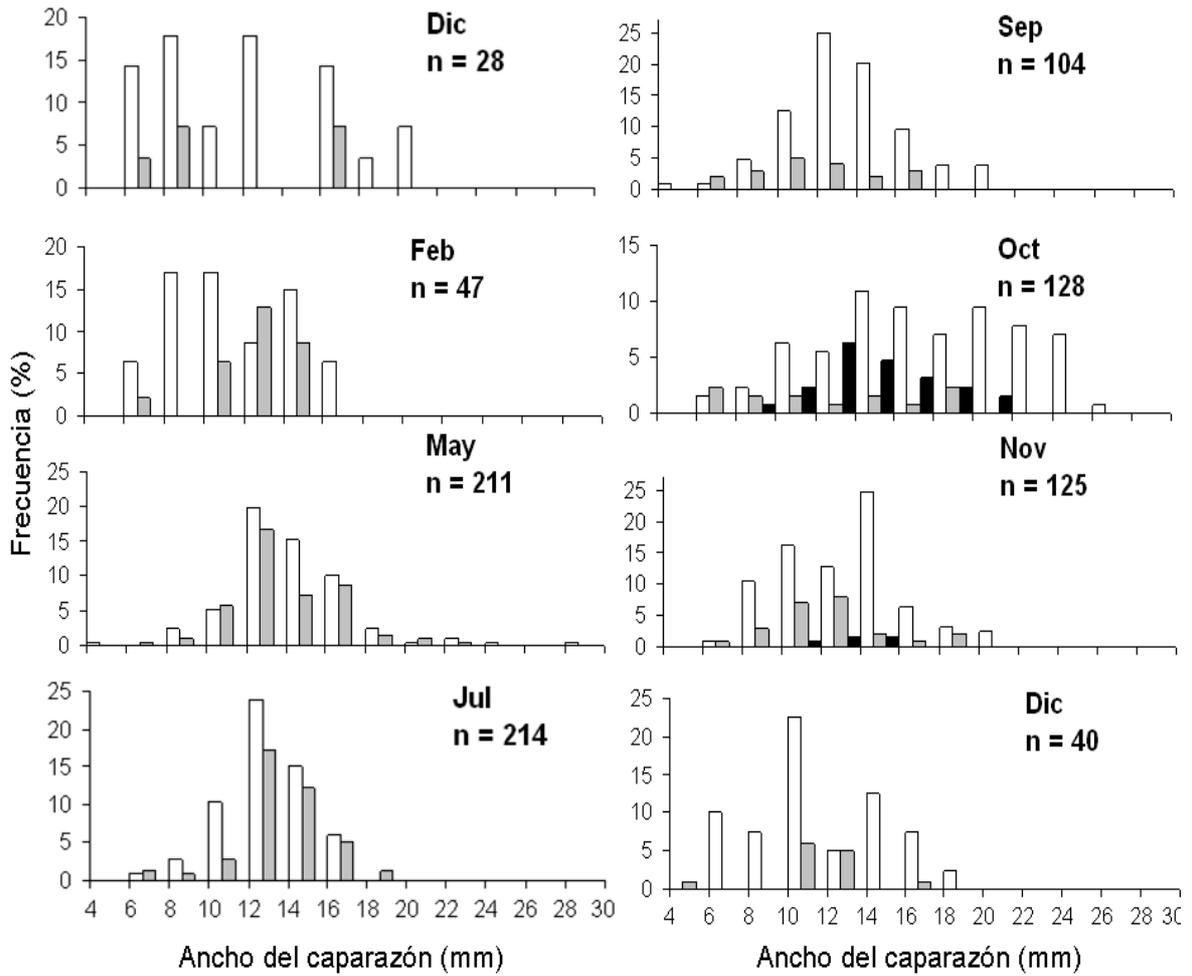


Gráfica 2. –Frecuencias del AC en toda la población.

Las distribuciones de cada tipo de población fueron en su mayoría unimodal (Gráfica 2). El reclutamiento de jóvenes se observó en casi todos los meses.

La proporción sexual mensual se muestra en la tabla 3, y se puede observar que en todas y cada una de las recolectas se encontró una mayor cantidad de machos con relación a las hembras.

Como se puede observar en la gráfica 3, la actividad reproductiva, se observó en los meses de octubre y noviembre, con una frecuencia mayor en el mes de octubre (84%) por la presencia de HOv.



Gráfica 3. – Frecuencias relativas observadas para el AC por mes de captura y tipo de población.

Análisis poblacional por especie

Uca panacea

Para *U. panacea*, el total de organismos capturados fue de 289, de los cuales 193 fueron machos (66.78%) y 96 ejemplares HNOv (33.22%), de las HOv no se encontraron ejemplares durante las recolectas.

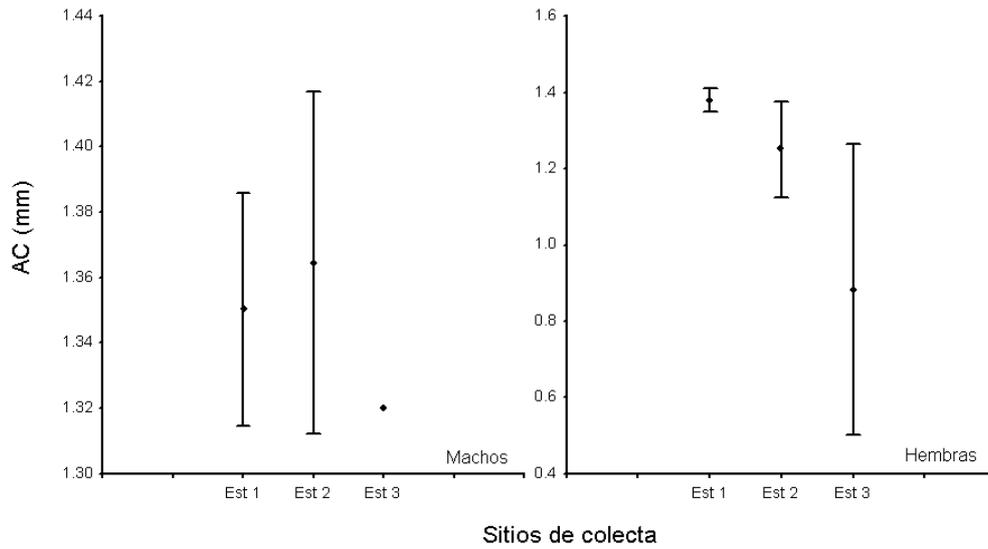
La fecha en la que se obtuvo la mayor cantidad de organismos, corresponde a julio (123) seguido de mayo (96) y las fechas en donde no se encontraron organismos fue en el mes de diciembre de 2008 (Tabla 7).

Tabla 7.- Organismos de *U. panacea* capturados en cada una de las recolectas; se muestra la proporción de sexos

Mes	♂	%	♀ NOv	%	♀ Ov	%	Total	%	Proporción (M:H)
Diciembre	0	0	0	0	-	-	0	0	-
Febrero	25	8.65	12	4.15	-	-	37	12.80	2.08:1
Mayo	55	19.03	41	14.19	-	-	96	33.22	1.34:1
Julio	86	29.76	37	12.80	-	-	123	42.56	2.34:1
Septiembre	20	6.92	2	0.69	-	-	22	7.61	10:1
Octubre	2	0.69	2	0.69	-	-	4	1.38	1:1
Noviembre	1	0.35	0	0	-	-	1	0.35	-
Diciembre	4	1.38	2	0.69	-	-	6	2.08	2:1
Total	193	66.78	96	33.22	-	-	289	100	2.01:1

Los organismos de *U. panacea* fueron encontrados en las estaciones 1, 2 y 3, siendo la 1 en donde se presentaron la mayor cantidad de organismos este sitio es únicamente de sustrato arenoso. Las estaciones 4 y 5 con sustrato lodoso fueron en donde no se registraron organismos (Tabla 3).

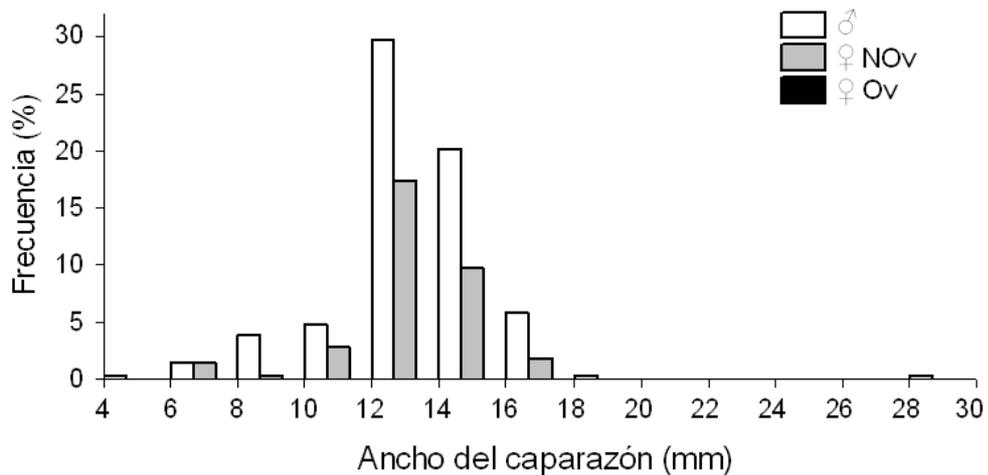
Los machos más pequeños se obtuvieron en la estación 1 y los más grandes en la estación 2; las hembras más pequeñas fueron encontradas en la estación 3 y las más grandes en la estación 1 (Gráfica 4).



Gráfica 4. –Promedio y desviación estándar del AC por sexo de *U. panacea* en cada sitio de muestreo.

El rango de los tamaños en AC de *U. panacea* fue de 0.58 a 28.6 mm, donde los machos presentaron los mismos tamaños (con un prom \pm DS: 13.58 ± 2.38), las hembras tuvieron tamaños de entre 7.0 a 17.3 mm (prom \pm DS: 13.38 ± 1.85) (Gráfica 5).

No se encontraron distribuciones de tamaño unimodal ni normal para machos (KS= 0.8882, $p=0.00000$) y hembras (KS= 0.981, $p=0.00002$). Machos y hembras tuvieron tamaños iguales ($t=0.4721$, $p<0.05$).

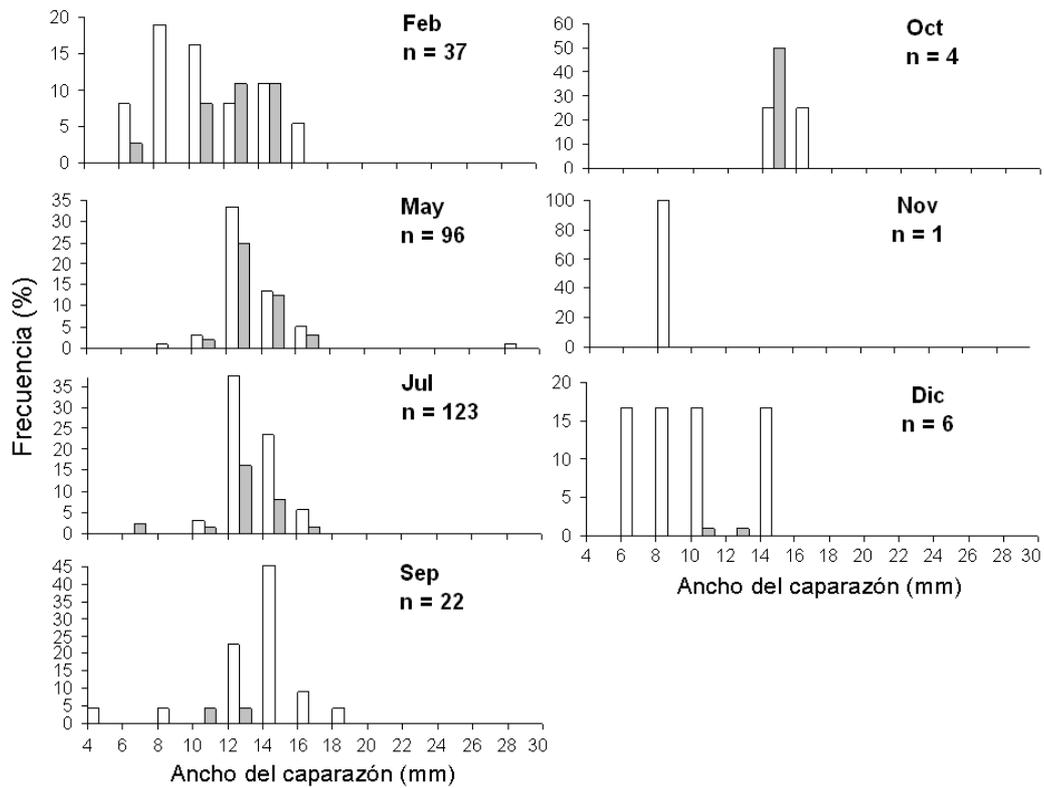


Gráfica 5. – Frecuencias relativas del AC de *U. panacea* recolectados en la Laguna de Tamiahua, Veracruz México, Dic08-Dic09.

Las distribuciones asociadas con el AC de cada recolecta, fueron en su mayoría unimodales (Gráfica 6). El reclutamiento de jóvenes se observa principalmente en los meses de diciembre a febrero.

La proporción sexual mensual se muestra en la tabla 5, y se puede observar que en cada mes de recolecta, se encontró una mayor cantidad de machos.

En cuanto a la actividad reproductiva de esta especie, no se registró debido a la ausencia de hembras ovígeras durante las recolectas.



Gráfica 6. - Distribuciones de las frecuencias relativas por tamaño y mes para el AC de *U. panacea*.

Uca rapax

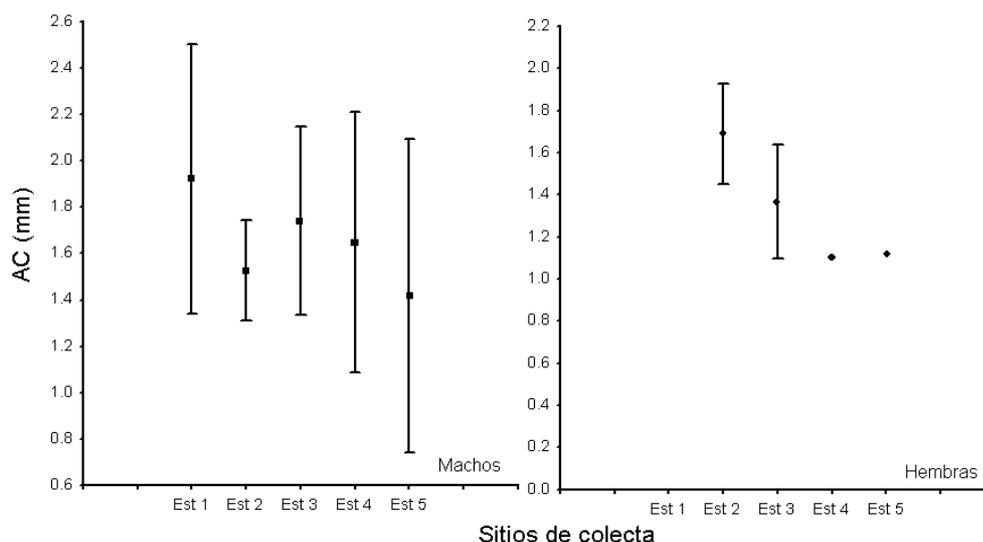
Para *U. rapax*, el total de organismos capturados fue de 34, de los cuales 19 fueron machos (55.9%) y 15 hembras (44.1%). Las HNOv fueron 13 (38.23%) y las HOv fueron 2 (5.88%); (Tabla 8). La recolecta de esta especie fue homogénea en todos los meses, mostrando un pico en mayo (12 organismos) y una caída en diciembre.

Tabla 8.- Organismos de *U.rapax* recolectados en cada uno de los diferentes muestreos donde se muestra la proporción de sexos.

Mes	♂	%	♀ NOv	%	♀ Ov	%	Total	%	Proporción (M:H)
Diciembre	0	0	0	0	-	-	0	0	-
Febrero	0	0	1	2.94	-	-	1	2.94	-
Mayo	3	8.82	9	26.47	-	-	12	35.29	0.33:1
Julio	5	14.70	0	0	-	-	5	14.70	-
Septiembre	3	8.82	2	5.88	-	-	5	14.70	-
Octubre	4	11.76	1	2.94	1	2.94	6	17.64	1.5:1
Noviembre	3	8.82	0	0	1	2.94	4	11.76	2:1
Diciembre	1	2.94	0	0	-	-	1	2.94	3:1
Total	19	55.88	13	38.23	2	5.88	34	100	1.26:1

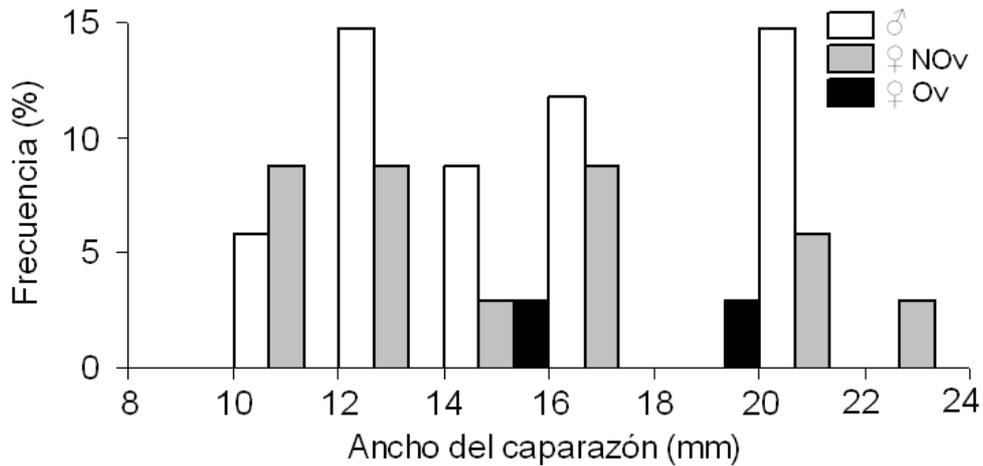
Los organismos de *U. rapax* fueron encontrados en todas las estaciones de muestreo. En la 2 fue en donde se ubicó la mayor cantidad de organismos, siendo ésta de sustrato arenoso-lodoso; y en las estaciones 1, 3 y 5 donde menos (Tabla 1).

Los tamaños más pequeños de *U. rapax* en machos se encontraron en la estación 5 y las hembras más pequeñas se encontraron en la 3. Los machos más grandes se presentaron en la estación 1, y las hembras en la estación 2 (Gráfica 7).



Gráfica 7. –Promedio y desviación estándar del AC por sexo de *U. rapax* en cada sitio de recolecta.

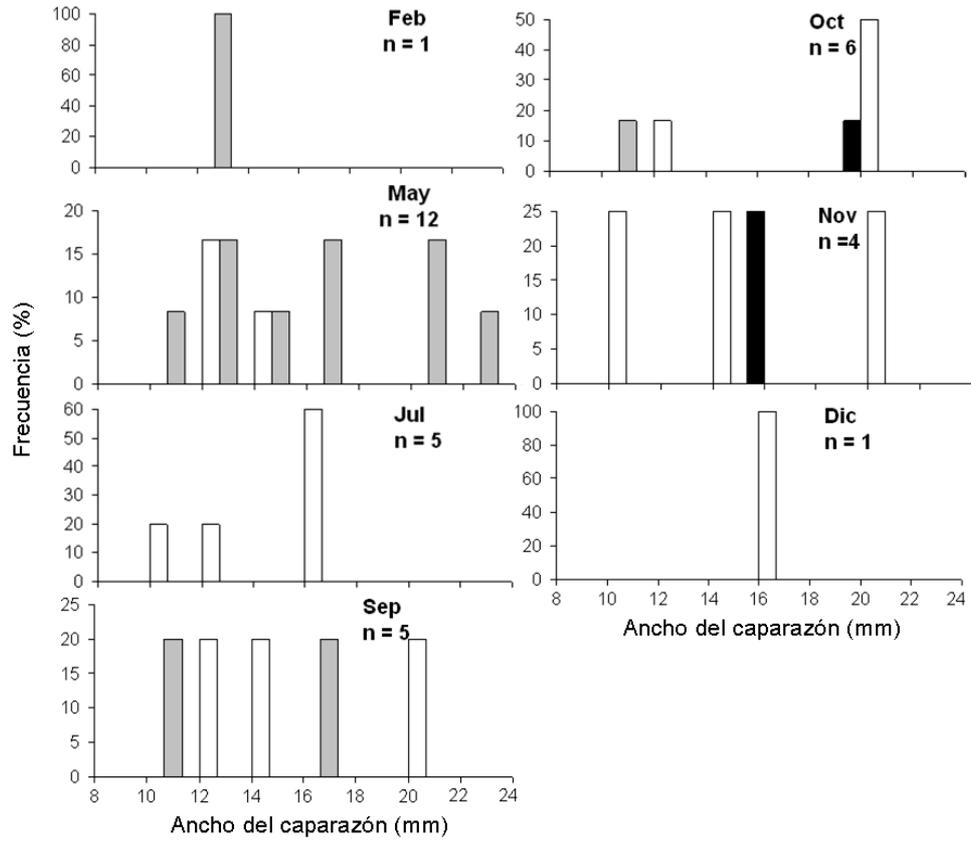
Los intervalos donde se encontró la mayor concentración de organismos fueron entre los 11.0 y 23.0 mm de AC. Se registró una distribución normal para machos (KS= 0.9204 p=0.1152) y HNOv (KS= 0.9224 p=0.2702), pero no para HOv. Ambos sexos tuvieron tamaños iguales ($t=0.8176$, $p<0.05$) (Gráfica 8).



Gráfica 8. – Frecuencias relativas del AC de *U. rapax*.

Las distribuciones del AC de cada muestreo, fueron multimodales, aunque no se observó nada importante estadísticamente en esta especie (Gráfica 9).

La proporción sexual mensual se presenta en la tabla 6, y se puede observar que durante toda la recolecta, existió una mayor cantidad de machos. La actividad reproductiva, como se indica en la gráfica 9, se observó también durante los meses de octubre-noviembre.



Gráfica 9. – Distribuciones de las frecuencias relativas por tamaño y mes para el AC de *U. rapax* recolectados en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

Uca spinicarpa

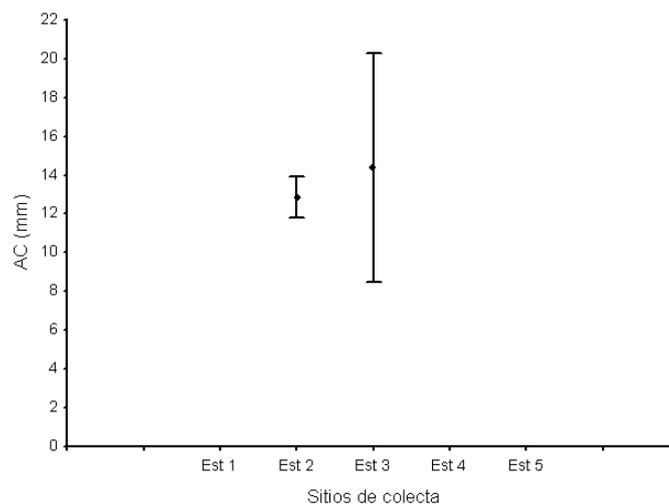
Para *U. spinicarpa*, el total de organismos recolectados fue de 29, de los cuales únicamente se encontraron machos (Tabla 9). La recolecta de esta especie fue en los meses de septiembre, julio y febrero. La mayor cantidad de organismos, 20 (68.96%) fueron recolectados en septiembre, seguido de julio con 8 (27.58%) y en tercer lugar, el mes de febrero en donde sólo se recolectó un organismo (3.44%).

Tabla 9.- Organismos de *U. panacea* recolectados en cada una de las diferentes fechas en donde se muestra la proporción de sexos.

Mes	♂	%	♀ NOv	%	♀ Ov	%	Total	%	Proporción (M:H)
Diciembre	0	0	-	-	-	-	0	0	-
Febrero	1	3.44	-	-	-	-	1	3.44	-
Mayo	0	0	-	-	-	-	0	0	-
Julio	8	27.58	-	-	-	-	8	27.58	-
Septiembre	20	68.96	-	-	-	-	20	68.96	-
Octubre	0	0	-	-	-	-	0	0	-
Noviembre	0	0	-	-	-	-	0	0	-
Diciembre	0	0	-	-	-	-	0	0	-
Total	29	100	-	-	-	-	29	100	-

Los organismos de *U. spinicarpa* fueron encontrados únicamente machos en las estaciones 2 en la parte de sustrato arenoso y 3 de sustrato arenoso. La estación que tuvo la mayor cantidad de organismos fue la 2.

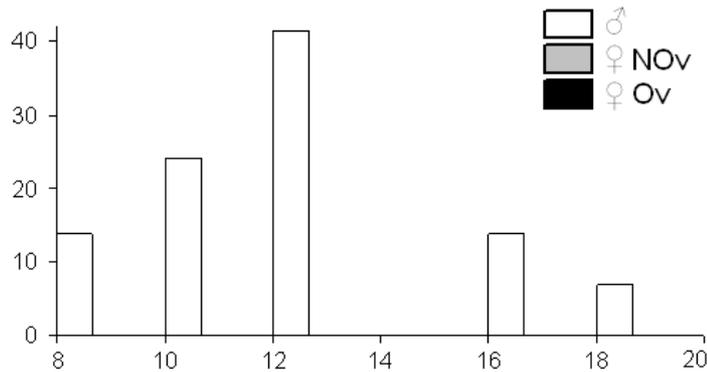
Los tamaños más pequeños de *U. spinicarpa* estaban en la estación 2 y los machos más grandes se encontraron en la 3 (gráfica 10).



Gráfica 10. –Promedio y desviación estándar del AC de machos de *U. spinicarpa* en cada sitio de recolecta

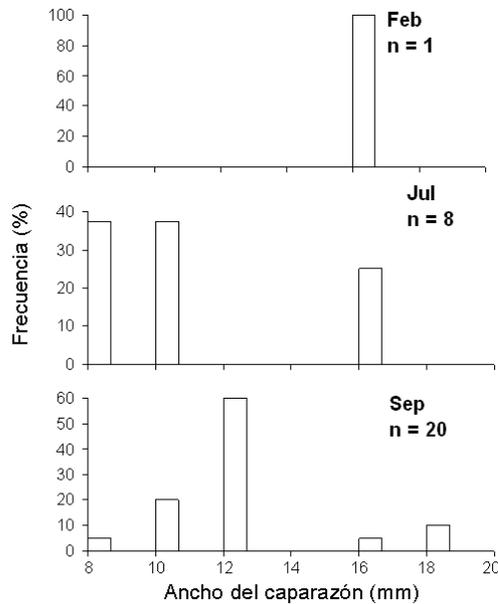
El rango de los valores de *U. spinicarpa* para AC que se encontraron fue de 9.2 a 19.1 mm de AC (prom \pm DS: 13 ± 2.59), la mayor abundancia se encontró con un AC < 14 mm (Gráfica 11).

No se encontró una distribución de tamaño normal (KS= 0.9233 p=0.0370), pero se observó una moda en 12-14 mm.



Gráfica 11. – Frecuencia de tallas de *U. spinicarpa* recolectados en la Laguna de Tamiahua, Veracruz México, Dic08-Dic09.

Las distribuciones de AC en cada recolecta, están dada a continuación (Gráfica 12).



Gráfica 12. - Distribuciones de las frecuencias relativas de tamaño y mes del AC de *U. spinicarpa*.

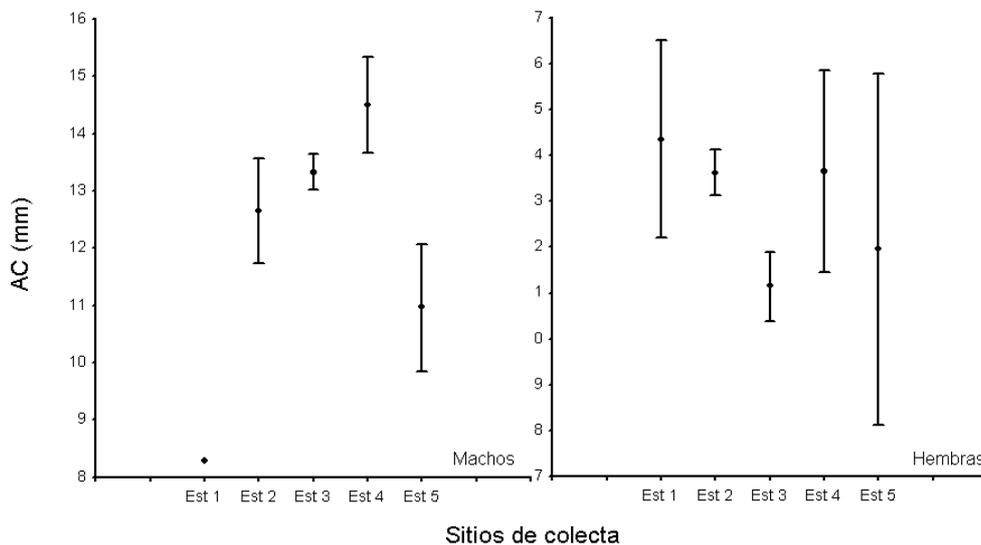
Uca virens

El total de organismos capturados fue de 387, de los cuales 241 fueron machos (62.3%) y 146 fueron hembras (37.7%). Las HNOv con 121 (31.26%) y las HOv con 25 (6.45%) (Tabla 10). La fecha en la que se recolectó la mayor cantidad de organismos, correspondió a noviembre (112) seguido de octubre (74) y la fecha en donde menos organismos se recolectaron correspondió a febrero (5).

Tabla 10.- Organismos de *U. virens* colectados en cada una de las diferentes fechas en donde se muestra la proporción de sexos.

Mes	♂	%	♀ NOv	%	♀ Ov	%	Total	%	Proporción (M:H)
Diciembre	13	3.35	2	0.51	-	-	15	3.87	6.5:1
Febrero	4	1.03	1	0.25	-	-	5	1.29	4:1
Mayo	17	4.39	19	4.9	-	-	36	9.3	0.89:1
Julio	24	6.2	49	12.66	-	-	73	18.86	0.48:1
Septiembre	36	9.3	13	3.35	-	-	49	12.61	2.76:1
Octubre	45	11.62	8	2.06	21	5.42	74	19.12	1.55:1
Noviembre	86	22.22	22	5.68	4	1.03	112	29.19	3.3:1
Diciembre	16	4.13	7	1.8	-	-	23	5.94	2.28:1
Total	241	62.27	121	31.26	25	6.45	387	100	1.65:1

Los machos y las hembras más grandes se encontraron en la estación 4 y 1 de sustrato lodoso y arenoso, respectivamente; los machos más pequeños se hallaron en la estación 5, y las hembras más pequeñas en la estación 3 (Gráfica 13).

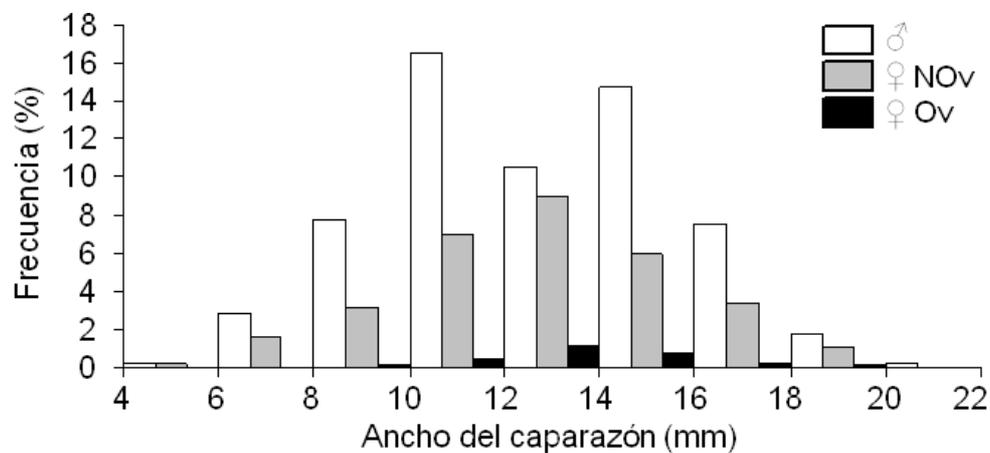


Gráfica 13. –Promedio y desviación estándar del AC para machos y hembras *U. virens* de cada sitio de muestreo.

Los organismos de *U. virens* fueron encontrados en todas las estaciones. La estación que mayor cantidad de organismos tuvo, fue la 3 y la que menor número de organismos tuvo, fue la 1 (Tabla 4).

Los intervalos donde se encuentra la mayor concentración de organismos fue entre los 4.3 y los 21.1mm de AC, la mayor abundancia de las tres categorías se encontró con un AC<14mm. Se registró que los AC tienen una distribución normal tanto para machos (KS= 0.9897 $p=0.0847$) como HOv (KS= 0.9897 $p=0.9948$), aunque no para HNOv (KS= 0.9876 $p=0.03521$). Ambos sexos mostraron tamaños iguales ($t=6.8559$, $p<0.05$) y al comparar machos con HOv ($t=0.7331$, $p<0.05$), también esta comparación es igual.

Se establecieron los mismos intervalos del AC y donde se encuentra la mayor concentración de organismos es en los intervalos de 14.0 mm a 20.0 mm (Gráfica 14).

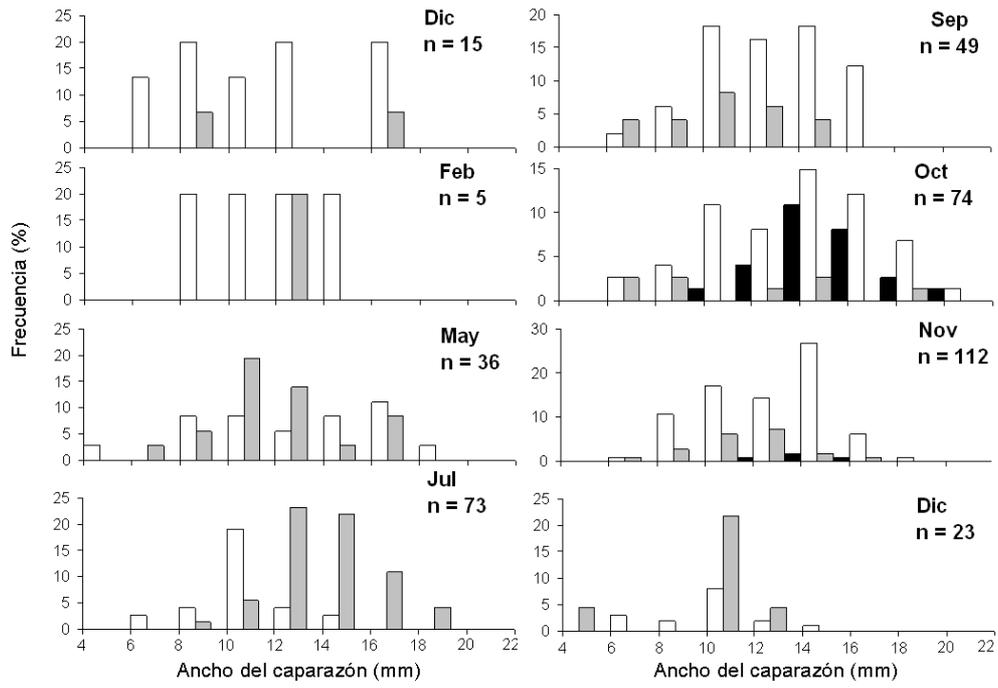


Gráfica 14.- Frecuencias relativas para AC de *U.virens*.

Las distribuciones de tamaño de cada muestreo, fueron en su mayoría unimodales (Gráfica 15). Las distribuciones constantes fueron observadas principalmente durante el invierno (Diciembre-Febrero). El reclutamiento de jóvenes se presentó durante todos los meses de recolecta.

La proporción sexual mensual se muestra en la tabla 8, y se puede observar que también, en todos los meses de recolecta, se encontró una mayor cantidad de machos.

La actividad reproductiva, como se indica en la gráfica 15, se observó en los meses de octubre y noviembre.



Gráfica 15. - Distribuciones de las frecuencias de tamaño mensuales de *U. Virens*.

Uca vocator

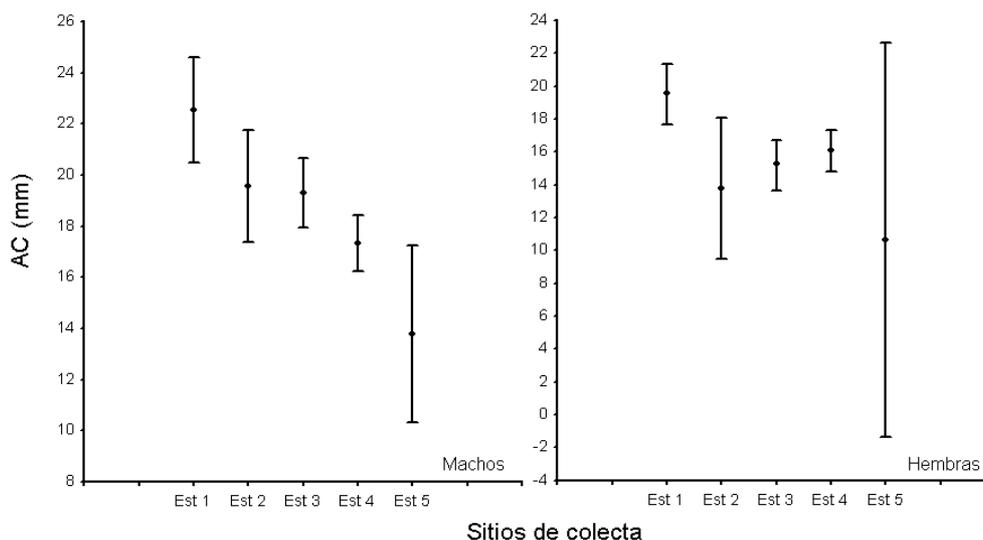
El total de organismos recolectados fue de 158, de los cuales 117 fueron machos (74%) y 41 (26%) fueron hembras. Las HNOv fueron 36 (22.78%) y HOv con 5 (3.16%) (Tabla 11). La fecha en la que se capturó la mayor cantidad de organismos, corresponde a mayo (67), seguido de octubre (44) y la fecha en donde se obtuvo el menor número correspondió a febrero (3).

Tabla 11.- Organismos de *U. vocator* recolectados en cada una de las diferentes fechas en donde se muestra la proporción de sexos.

Mes	♂	%	♀ NOv	%	♀ Ov	%	Total	%	Proporción (M:H)
Diciembre	10	6.33	3	1.90	-	-	13	8.23	3.33:1
Febrero	3	1.90	0	0.00	-	-	3	1.90	
Mayo	47	29.75	20	12.66	-	-	67	42.41	2.35:1
Julio	3	1.90	2	1.27	-	-	5	3.16	1.50:1
Septiembre	6	3.80	2	1.27	-	-	8	5.06	3:1
Octubre	36	22.78	3	1.91	5	3.16	44	27.85	4.5:1
Noviembre	6	3.80	2	1.27	-	-	8	5.06	3:1
Diciembre	6	3.80	4	2.53	-	-	10	6.33	1.5:1
Total	117	74.05	36	22.78	5	3.16	158	100.00	2.85:1

Los organismos de *U. vocator* se encontraron en todas las estaciones. La estación que tuvo la mayor cantidad de organismos fue la 4 con sustrato lodoso, y la que tuvo menor número de organismos fue la 1 con sustrato arenoso (Tabla 3).

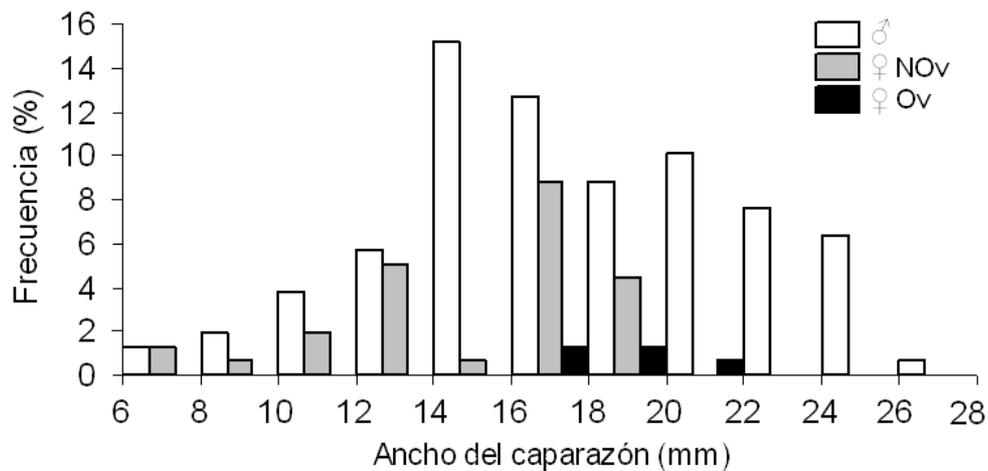
Los tamaños más pequeños de cangrejos machos y hembras ocurrieron en la estación 5. Los machos y las hembras más grandes se encontraron en la estación 1 (gráfica 16).



Gráfica 16.- Promedio y desviación estándar del AC por sexo de *U. vocator* de cada sitio de recolecta.

El rango de los tamaños de *U. vocator* que se encontró fue de 7.4 a 26.6 mm en AC. La mayor abundancia de las tres categorías se encontró con un AC<18mm.

Los intervalos donde se encontró la mayor concentración de organismos fueron de los 6.0 a los 18.0 mm (Gráfica 17). Se registró una distribución de tamaño normal de AC para machos (KS= 0.9822 p=0.1242) y HOv (KS= 0.8477 p=0.1874), pero no para HNOv (KS= 0.9086 p=0.0045).

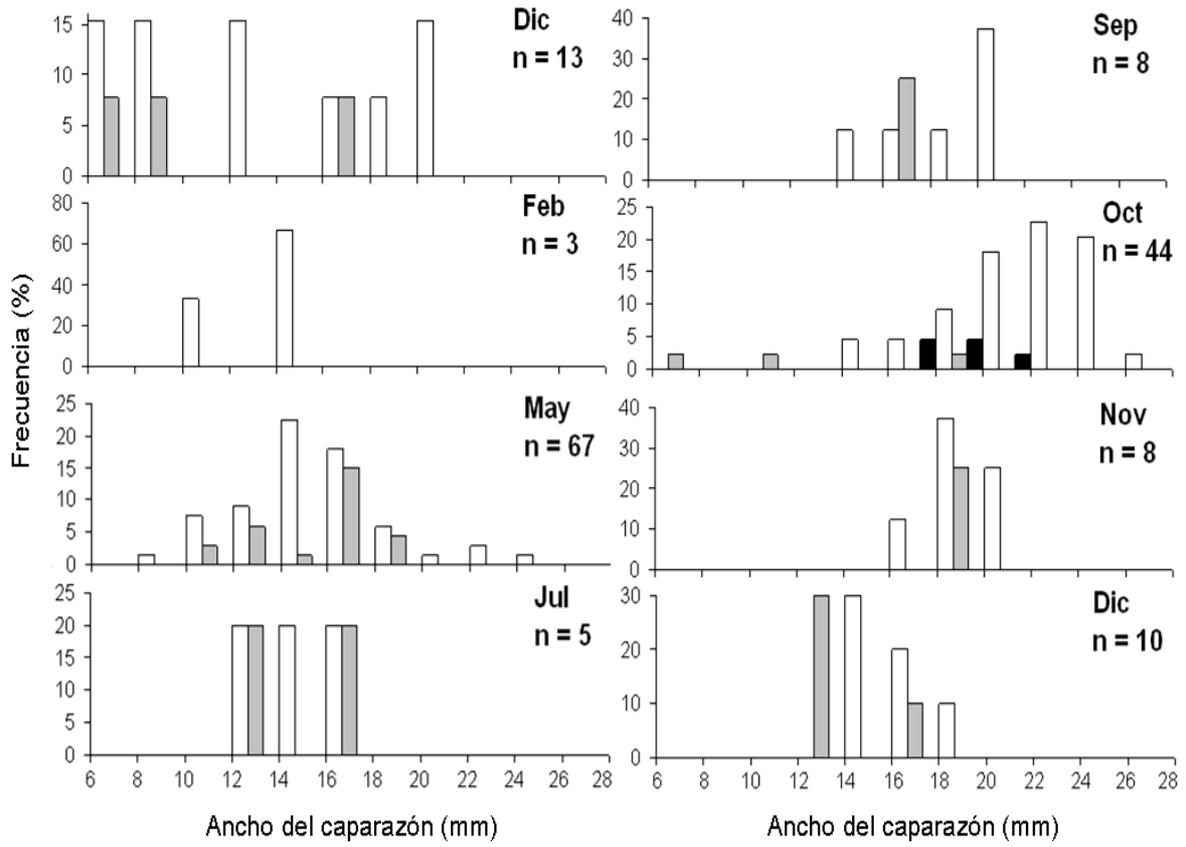


Gráfica 17. – Frecuencias relativas para AC de *U. vocator* recolectados en la Laguna de Tamiahua, Veracruz México, Dic08.

Las distribuciones de AC en cada recolecta. El reclutamiento de jóvenes se observó en todos los meses de colecta(Gráfica 18).

En la proporción sexual mensual se encontró una mayor cantidad de machos.

La actividad reproductiva, se observó en el mes de octubre (gráfica 18).

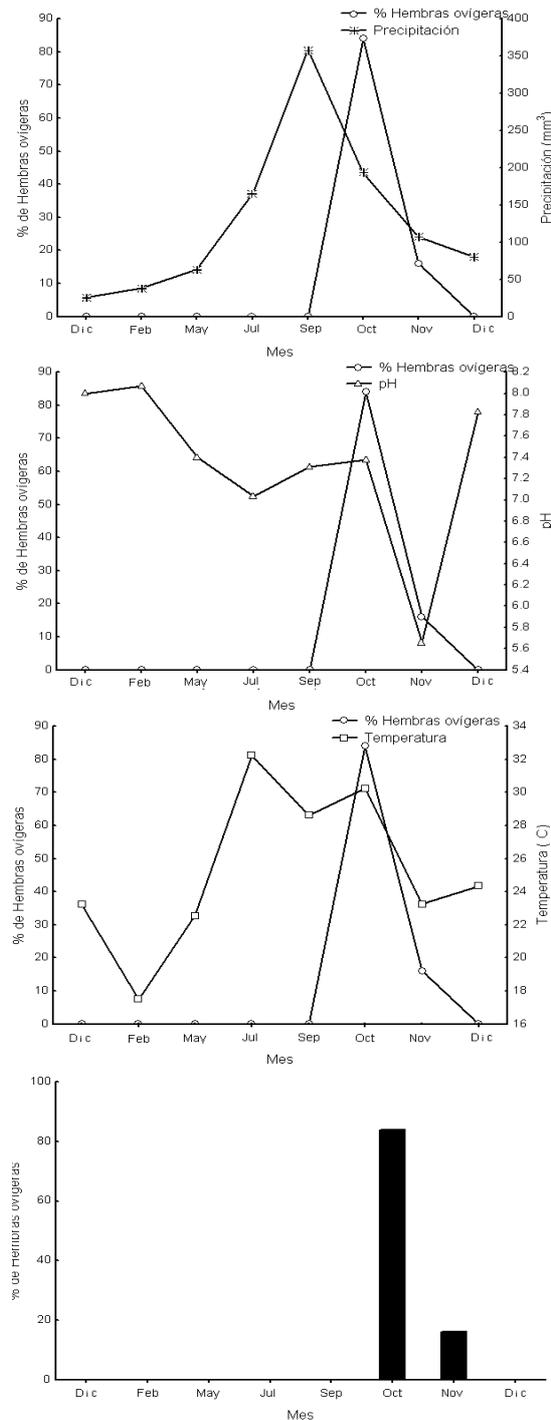


Gráfica 18. - Distribuciones de las frecuencias relativas del AC por mes de *U. Vocator*, recolectados en la Laguna de Tamiahua Veracruz México..

Reproducción

El periodo de reproducción se estableció por la presencia de hembras que poseen ovocitos entre los pleópodos. En este trabajo, dicho periodo comprende los meses de octubre y noviembre.

Se colectaron 32 hembras ovígeras: 2 de *U. rapax*, 25 de *U. virens* y 5 de *U. vocator* (Gráfica 19).



Gráfica 19. – Variación de la precipitación promedio, pH, temperatura y número de hembras ovígeras durante los meses de muestreo.

Fecundidad

Análisis Morfométrico

De la totalidad de los organismos colectados, se observaron las diferencias entre las morfometrías tomadas: Ancho del Caparazón (AC), Ancho de la Palma (AP), Largo del Caparazón (LC), Largo del Podio (LPo), Largo de la Palma (LP), Largo de la Quela (LQ), Largo del Podio y Peso Húmedo (PH) (Tabla 12), y se determinó que los organismos de *U. vocator* son los que poseen las morfometrías más grandes en ambos sexos.

Al observar éstos resultados, se determinó por un análisis discriminante que para machos y hembras las variables más importantes dentro del análisis morfométrico son AC, LC y PH.

Modelo morfométrico

Posteriormente se consideró un modelo de regresión lineal multivariado para describir el PH en machos y hembras, se utilizó una transformación logarítmica, con un coeficiente de determinación $R^2= 0.93$, sin incluir los puntos discrepantes y que permitió obtener una $F(2,873)=5845.2$, $p=0$ indicando que las variables $\log AC$ y $\log LC$ son significativas.

Morfometrías

Tabla 12.- Estadística descriptiva de las especies del género *Uca*, que se capturaron en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

	LC	AC	PH	N	LC♂	AC♂	PH♂	N	LQ	LP	AP	LPo	N	LC♀	AC♀	PH♀	N
<i>Uca</i>	0.95 ±0.2473	1.39 ±0.3419	1.17 ±0.9426	897	0.96 ±0.2643	1.41 ±0.3657	1.28 ±1.0669	599	1.92 ±0.7667	1.03 ±0.7845	0.76 ±0.6749	0.82 ±0.5236	545	0.95 ±0.2095	1.36 ±0.2848	0.93 ±0.5541	298
↓ <i>U. panacea</i>	0.95 ±0.1506	1.35 ±0.2223	1.07 ±0.4981	289	0.95 ±0.1584	1.35 ±0.2385	1.18 ±0.5234	193	1.85 ±0.4634	1.01 ±1.0261	0.81 ±0.7673	1.07 ±0.3262	184	0.95 ±0.1344	1.33 ±0.1858	0.85 ±0.3515	96
↓ <i>U. rapax</i>	1.06 ±0.2262	1.61 ±0.3553	1.59 ±1.0690	34	1.05 ±0.2194	1.62 ±0.3441	1.77 ±1.2012	19	2.22 ±0.6839	1.15 ±0.2931	0.86 ±0.2221	1.26 ±0.4549	16	1.07 ±0.2416	1.6 ±0.3806	1.35 ±0.8569	15
↓ <i>U. spinicarpa</i>	0.83 ±0.1330	1.3 ±0.2594	0.83 ±0.4682	29	0.83 ±0.1330	1.3 ±0.2594	0.83 ±0.4682	29	1.78 ±0.5261	1.01 ±1.1419	0.63 ±0.1572	1.04 ±0.3435	28	-	-	-	-
↓ <i>U. virens</i>	0.85 ±0.1933	1.29 ±0.2891	0.89 ±0.6082	397	0.83 ±0.1815	1.28 ±0.2963	0.91 ±0.6520	241	1.75 ±0.6505	0.96 ±0.5926	0.63 ±0.2021	0.92 ±0.3927	220	0.89 ±0.2065	1.3 ±0.2778	0.85 ±0.5275	146
↓ <i>U. vocator</i>	1.21 ±0.3251	1.72 ±0.4274	1.99 ±1.5721	158	1.24 ±0.3424	1.78 ±0.4383	2.24 ±1.7148	117	2.43 ±1.2025	1.2 ±0.5032	0.91 ±0.7084	1.38 ±0.7559	97	1.11 ±0.2494	1.54 ±0.3430	1.29 ±0.6938	41

El modelo de regresión lineal estimado resultó ser:

$$\text{LogPH} = -0.748559 + 0.877241\text{LogLC} + 2.242737\text{LogAC} \text{ -----ec. 1}$$

Este modelo indica que si el AC permanece constante entonces por cada unidad que aumente el logaritmo del LC aumentaría en 0.877 el logaritmo del peso húmedo; de igual forma es la interpretación del logaritmo del AC, por cada unidad que aumente este logaritmo el logaritmo del peso húmedo aumentaría 2.2427.

Ambas variables LC ($\beta = 0.69$) y AC ($\beta = 0.27$) tienen una relación directa con el peso húmedo y el AC es significativamente más importante que el LC.

La expresión ec.1 puede ser transformada o expresada sin logaritmos, quedando un modelo geométrico:

$$\text{PH} = 0.473(\text{LC})^{0.87724} (\text{AC})^{2.2427} \text{ -----ec.2}$$

Esta ecuación indica que las variables LC y AC influyen de manera geométrica al PH.

Modelo morfométrico para machos

Para hacer el modelo matemático que describe el PH en machos; se utilizó el mismo procedimiento que en el total de los organismos obteniendo $R^2 = 0.94$ y $F(3,541) = 3085.1$, $p = 0$ indicando que: el logLC, logAC y logLQ deben estar en el modelo de regresión y son significativos.

El modelo de regresión estimado es el siguiente:

$$\text{Log PH}_{\delta} = -0.210857 + 0.077651\text{LogLC}_{\delta} + 0.8151\text{LogAC}_{\delta} + 0.5799\text{LogLQ}_{\delta} \text{ -----ec.3}$$

Este modelo logarítmico, propio de los machos, indica que si el AC y el LQ permanecen constantes, entonces por cada unidad que aumenta el logaritmo del LC de los machos aumentaría en 0.077 el logaritmo del peso húmedo; de igual forma es la interpretación para las otras dos variables.

Nuevamente transformando el modelo (ec.3) a uno sin expresiones logarítmicas queda:

$$PH_{\delta} = 0.8089(LC_{\delta})^{0.07765} (AC_{\delta})^{0.815} (LQ_{\delta})^{0.5799} \text{-----ec.4}$$

De la regresión; las pruebas t y el coeficiente β de significancia resultaron: LC ($\beta= 0.4530$), AC ($\beta= 0.6104$) y LQ ($\beta= 0.3889$), y muestran que AC es significativamente más importante.

Modelo morfométrico para hembras

Se realizó el mismo procedimiento para conocer el modelo del PH en hembras y el modelo de correlación sin datos discrepantes también se explica mejor utilizando el logaritmo del AC ($R^2= .95$), siendo significativa porque $F(2,288)= 6519.9$ $p=0$.

El modelo de regresión determinado fue el siguiente:

$$\text{Log}PH_{\text{♀}} = -1.1766 + 3.1414\text{Log}AC_{\text{♀}} \text{-----ec.5}$$

Indicando que por cada unidad que aumente el logaritmo del ancho del caparazón de las hembras aumentaría en 3.1414 el logaritmo del peso húmedo.

El modelo sin logaritmos transformando la ec. 5, queda:

$$PH_{\text{♀}} = 0.3038(AC_{\text{♀}})^{4.1414} \text{-----ec.6}$$

Así como en los machos el AC ($\beta= 0.7828$) es más significativo que el LC ($\beta= 0.1323$) según el coeficiente β de las hembras.

Maduración sexual

El dato de AC de la hembra ovígera más pequeña de cada especie, se tomó como punto crítico de maduración sexual.

Para el caso de los machos, se registró el mismo valor, debido a que en éstas medidas no se presenta un dimorfismo sexual tan marcado (Litulo, 2005a).

Los organismos de *U. virens* son los que alcanzan tallas de madurez sexual en un tamaño más pequeño, en contraste con *U. rapax* y *U. vocator* que alcanzan su madurez en la talla más grande (Tabla 13).

Tabla 13.- Tamaño de maduración sexual para *U. rapax*, *U. virens*, y *U. vocator*.

	n	AC Prom \pm DE (mm)	AC min (mm)	AC max (mm)
<i>U. rapax</i>	2	14.07 \pm 2.4616	15.9	19.1
<i>U. virens</i>	25	13.8 \pm 2.2987	9.0	18.6
<i>U. vocator</i>	5	14.75 \pm 2.9552	16.2	20.3

Análisis poblacional de hembras ovígeras (HOv)

Se establecieron intervalos de 2mm del AC para el total de hembras ovígeras en la población, comenzando en 9.0 hasta 21.0 mm (Tabla 14), teniendo un total de 6 intervalos. Las HOv de *U. virens* fueron encontradas en casi todos los intervalos, excepto el último. Para *U. rapax*, se observaron en los intervalos 4 y 6 y, finalmente, para *U. vocator* únicamente se encontraron en los tres últimos intervalos.

Los diámetros en huevos de las HOv de *U. rapax*, fueron de 0.26-0.29 mm y se encontraban en el último estadio del desarrollo embrionario; en *U. vocator*, fueron de los 0.22-0.26 mm encontrándose en el primero y tercer estadio del desarrollo; y en *U. virens*, fueron de los 0.23- 0.30 mm encontrándose en los 3 estadios embrionarios.

Tabla 14.- Fecundidad de cada especie encontrada en este estudio.

<i>U. rapax</i>			
Intervalo	N	No. de huevos prom \pm DS	Ancho del caparazón prom \pm DS
9.0-11.0	0	-	-
11.1-13.0	0	-	-
13.1-15.0	0	-	-
15.1-17.0	1	20421	15.9
17.1-19.0	0	-	-
19.1-21.0	1	19783	19.1

<i>U. virens</i>			
Intervalo	N	No. de huevos prom \pm DS	Ancho del caparazón prom \pm DS
9.0-11.0	4	7200 \pm 3029	10.37 \pm 0.9251
11.1-13.0	6	18290 \pm 11733	12.23 \pm 0.5603
13.1-15.0	8	20192 \pm 10002	14.06 \pm 0.7009
15.1-17.0	6	20852 \pm 4983	16.13 \pm 0.6153
17.1-19.0	1	16042	18.6
19.1-21.0	-	-	-

<i>U. vocator</i>			
Intervalo	N	No. de huevos prom \pm DS	Ancho del caparazón prom \pm DS
9.0-11.0	0	-	-
11.1-13.0	0	-	-
13.1-15.0	0	-	-
15.1-17.0	1	17149	16.2
17.1-19.0	1	30390	17.8
19.1-21.0	3	33618 \pm 8214	20.06 \pm 0.2516

<i>Uca</i>			
Intervalo	N	No. de huevos prom \pm DS	Ancho del caparazón prom \pm DS
9.0-11.0	4	7200 \pm 3029	10.37 \pm 0.9251
11.1-13.0	6	18290 \pm 11733	12.23 \pm 0.5603
13.1-15.0	8	20192 \pm 10002	14.06 \pm 0.7009
15.1-17.0	8	20335 \pm 4407	16.11 \pm 0.5276
17.1-19.0	2	23216 \pm 10145	18.2 \pm 0.5656
19.1-21.0	4	30159 \pm 9635	19.82 \pm 0.5251

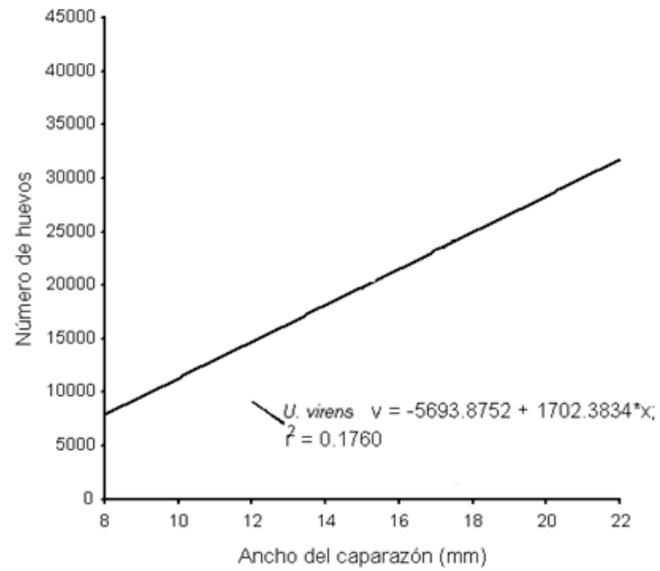
En la prueba t para dos muestras, se encontraron diferencias significativas del número de huevos, entre el intervalo 1 comparado con el 3, 4, 5 y 6 (Tabla 15).

Tabla 15. -Pruebas t para dos muestras suponiendo varianzas iguales ($\alpha=0.05$) realizadas en intervalos cada 2mm de AC.

Intervalos	N	9.0-11	11.1-13	13.1-15	15.1-17	17.1-19	19.1-21
9.0-11.0	4						
11.1-13.0	6	0.10686375					
13.1-15.0	8	0.03216792*	0.83218246				
15.1-17.0	8	0.0003449*	0.65592877	0.99253748			
17.1-19.0	2	0.03172104*	0.61816823	0.7125507	0.52355921		
19.1-21.0	4	0.00390683*	0.13293453	0.13093715	0.03187502*	0.45773859	

*: Existe diferencia significativa del número de huevos entre ambas tallas

Se realizó un análisis de correlación entre el número de huevos y el AC para *U. virens*, la cuál fue la especie más representativa en cuanto al tamaño de muestra y se observa una correlación lineal positiva (Gráfica 20).



Gráfica 20. – Correlación lineal positiva entre el número de huevos y el ancho del caparazón.

DISCUSIÓN

En este trabajo se identificaron cinco especies del género *Uca*: *U. panacea*, *U. rapax*, *U. spinicarpa*, *U. virens* y *U. vocator*, lo cual está de acuerdo con los trabajos de Barnwell y Thurman (1987) y Thurman (1987), quienes reportan seis especies en la subregión biogeográfica que se encuentra entre el Río Panuco y la Laguna de Términos, estando ausente sólo *U. marguerita* en la Laguna de Tamiahua.

En 1996, Raz-Guzman, cita solo dos especies: *U. rapax* y *U. vocator* dentro de los humedales de la Laguna de Tamiahua y en 2009, Felder y colaboradores, citan únicamente a *U. subcylindrica* en la región comprendida entre el norte de Veracruz y el sur de Tamaulipas en el Golfo de México.

Éste sería entonces, el primer reporte de *U. panacea*, *U. spinicarpa* y *U. virens* en la Laguna de Tamiahua, aun cuando existen reportes de estas especies para el Golfo de México.

Con respecto a la preferencia por un tipo de sustrato en cada una de las especies se pudo reconocer que:

- *U. panacea*, se encontró la densidad más alta de organismos en la estación 1, tiene un sustrato arenoso por lo que probablemente tenga preferencia por este tipo de sustrato.
- *U. rapax* y *U. spinicarpa* tuvieron una mayor densidad en la estación 2 en donde se observa un sustrato arenoso-lodoso.
- *U. virens* mostró una mayor densidad en las estaciones 1, 2 y 3 de sustrato arenoso, arenoso-lodoso y lodoso respectivamente y finalmente.
- *U. vocator* tuvo una mayor densidad en la estación 4 que tiene un sustrato lodoso y muy probablemente tenga preferencia en este tipo de sustrato.

Esta información recabada, está acorde con la información que da Thurman (1987), quien señala que cada una de las especies del género *Uca* tiene una especificidad en el sustrato, vegetación y salinidad presentes en el Golfo de México.

Con respecto a la ubicación de la quela mayor en los machos, ésta no tiene una tendencia marcada hacia alguno de los lados, pudiendo estar presente en

cualquiera de ellos, observándose una proporción 1:1; de acuerdo a Backwell y colaboradores (2011), esto sugiere que no existe una preferencia sexual por parte de la hembra a machos con una quela presente en alguno de los costados.

En este trabajo se observó una proporción de machos y hembras de 2:1 a nivel de comunidad; para cada población, esta proporción varía en: *U. virens* (1.65♂:1♀) y *U. vocator* (2.85♂:1♀); el caso más marcado es el de *U. spinicarpa*, en donde solo se encontraron machos y ninguna hembra durante todo el estudio.

Litulo (2004b), menciona que la proporción de 2♂:1♀ parece ser una regla para *U. Annulipes*, aunque se ha propuesto que dicha diferencia puede llegar a ser un error de muestreo (Thurman, 1985), ya que las hembras permanecen en las madrigueras después del momento de la fecundación, hasta el desove (Yamaguchi 2001b) y además ocupan las madrigueras como un refugio que las protege de la deshidratación (Mantelatto y Fransozo, 1997). Por ésta razón, la proporción sexual se puede ver afectada en todas las especies. Por otro lado, se han propuesto otros factores que pueden afectar esta proporción como lo son: una migración larval diferencial entre machos y hembras, una diferencia en la tasa de mortalidad y una tasa distinta en la depredación. Aunque no se ha determinado que propuesta tiene más peso por la dificultad de estos análisis (Mantelatto y Fransozo, 1997).

De las cinco especies de cangrejos estudiados, en tres de ellas (*U. rapax*, *U. virens* y *U. vocator*) se pudo identificar la talla mínima de madurez sexual utilizando a la HOv más pequeña colectada (Litulo, 2005a). Para *U. panacea* y *U. spinicarpa* no se colectaron hembras ovigeras, motivo por el cual se desconoce la talla mínima de madurez sexual.

Con relación al periodo de reproducción de las especies; el reclutamiento a nivel comunidad y específico fue continuo a lo largo del año; Litulo (2005b), menciona que en las especies de cangrejos tropicales que se encuentran en latitudes bajas este fenómeno es normal; en este trabajo se obtuvieron HOv en los meses de octubre y noviembre, esto sugiere que el periodo de reproducción es anual y que se asocia con los ciclos lunares, particularmente con la presencia de luna llena; de acuerdo con Sastry (1983) y Litulo (2004b, 2005b), a dos

características ambientales que determinan la reproducción en las especies son la temperatura y la precipitación pluvial. En este trabajo corresponde la información que da Litulo con respecto a que la reproducción se correlaciona con el pico de la precipitación y una menor correlación pero no menos importante con los meses donde se encuentran las temperaturas más cálidas durante el año y que aquí se observa. La precipitación cambia la salinidad del agua y promueve un incremento en los nutrientes de las larvas planctónicas lo cual puede reducir la competencia que existe entre las larvas por el alimento. En el análisis del pH, se encontró que en el mes de noviembre, cuando existió la tasa más alta de reproducción y posterior al pico de lluvias, se tuvo un pH de 5.6, sin embargo el pH creció hasta alcanzar un pico de 8 en el mes de febrero y volvió a decrecer.

Con respecto al trabajo de análisis poblacional a nivel comunidad, las morfometrías que dieron mayor información biométrica acerca de los organismos fueron: el PH, el AC y el LC. Esto fue válido tanto para machos como para hembras, aunque para machos mostró una alta significancia el LQ.

La relación del AC y el número de huevos fue linealmente positiva con un coeficiente de correlación de 0.54 en *U. vocator* y de 0.17 en *U. virens*; estos coeficientes de correlación de Pearson mostraron ser altos en *U. vocator*, sin embargo la muestra fue muy pequeña y no se considera significativa, mientras que para *U. virens* el coeficiente de Pearson mostró una correlación baja. Litulo (2004a), realizó pruebas de fecundidad para estos cangrejos donde encontró un coeficiente de correlación lineal mayor a 0.9 con una muestra mayor a 300 organismos, esto sugiere el realizar la prueba con un tamaño mayor de muestra; sin embargo, se realizaron comparaciones del número de huevos presentes en cada intervalo del AC de todas las especies en conjunto utilizando la prueba t de student para dos muestras y se encontraron diferencias significativas del primer tamaño del AC (9-11 mm) con todos los demás intervalos (Tabla 15).

Otra observación que se obtuvo con relación a la fecundidad fue que la alometría entre el número de huevos y el AC de la hembra fue positivo, o sea que el número de huevos aumenta conforme aumenta el AC de la hembra; para este estudio únicamente se logró utilizar hembras de *U. virens* ya que el tamaño de

muestra que se recolectó fue el más representativo a comparación de las demás especies.

Para el AC de *U. rapax* y *U. vocator* se encontró únicamente en los últimos dos intervalos (17.1-19mm y 19.1-21mm) con un número aproximado de 17,000 hasta 25,000 huevos y en *U. virens* se encontraron todos los intervalos menos el último (19.1-21mm), con huevos desde 14,000 hasta aproximadamente 25,000 huevos (Tabla 14).

CONCLUSIONES.-

1) Se identificaron cinco especies del género *Uca*, para la localidad de isla del Ídolo en la Laguna de Tamiahua, las cuales fueron: *U. panacea*, *U. rapax*, *U. spinicarpa*, *U. virens* y *U. vocator*.

2) La proporción de sexos que se encontró para la comunidad del género *Uca* en la Isla el Ídolo fue de 2♂ : 1♀ y a nivel específico fueron:

U. panacea: 2♂ : 1♀

U. rapax: 1.2♂ : 1♀

U. virens: 1.6♂ : 1♀

U. vocator: 2.8♂ : 1♀

3) La preferencia de sustrato de cada especie son:

U. panacea - sustrato arenoso.

U. rapax, *U. spinicarpa* y *U. virens* – sustratos arenoso y lodoso.

U. vocator - sustrato lodoso.

4) La ubicación de la quela mayor en los machos de cada una de las especies tuvo una proporción de 1:1.

5) Las morfometrías del PH, el AC y el LC fueron importantes para el universo de organismos, mientras que el LQ y las morfometrías antes señaladas fueron importantes para los machos.

6) Todas las especies estudiadas con excepción de *U. spinicarpa*, presentaron un reclutamiento continuo durante el año.

7) Para todas las especies estudiadas, con excepción de *U. spinicarpa*, el periodo de reproducción mostró la tasa más alta en los meses de octubre y noviembre, posterior del pico de precipitación pluvial.

- 8) Para *U. virens*, la relación que existe entre el número de huevos y el AC de la HOv es lineal positiva.

- 9) Se recomienda que los próximos estudios que involucren una recolecta a mano, tomen en cuenta la observación antes mencionada acerca de que las hembras ovígeras se encuentran en las madrigueras durante el año, con excepción de los momentos en los que se encuentran en desove.

LITERATURA CONSULTADA.-

Alvarez F., J. L. Villalobos, Y. Rojas y R. Robles, 1999. Listas y comentarios sobre los curstáceos decápodos de Veracruz, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 70(1): 1-27.

Alvarez F., J. L. Villalobos y S. Cházaro, 2011. Lista de especies de decápodos dulceacuícolas, marinos, litorales y de plataforma continental, presentes en Veracruz. In: A. Cruz, F. G. Lorea, V. Hernández y J. E. Morales (eds.), La biodiversidad en Veracruz, estudio de estado. Vol. II. CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México. 679 pp.

Ashton E. C., D. J. Macintosh y P. J. Hoghart. 2003. A baseline study of the diversity and community ecology of crab and molluscan macrofauna in the Sematan mangrove forest, Sarawak, Malaysia. Journal of Tropical Ecology, 19: 127–142.

Arruda B. L. y C. H. Matthews, 2006. Population Structure of the Fiddler Crab *Uca leptodactyla* Rathbun (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical mangroove of northeast Brazil, 22(1): 65-74.

Backwell, P. R., Y. M. Matsumasa, M. M. Double, A. Roberts, M. Murai, J. S. Keogh y M. D. Jennions 2011. What are the consequences of being left-clawed in a predominantly right-clawed fiddler crab?. Proc. R. Soc. B., 274: 2723–2729.

Barnwell F. H. y C. L. Thurman. 1984. Taxonomy and biogeography of the fiddler crabs (Ocypodidae: Genus *Uca*) of the Atlantic and Gulf coasts of eastern North America. Zoological Journal of the Linnean Society, 31: 23-87.

Brusca R. C., and G. H. Brusca, 2005. Invertebrates. Second Edition. Sinauer Associates Inc. Publishers. USA. 936 pp.

Chow S. y P. A. Sandifer, 1991. Differences in growth, morphometric traits, and male sexual maturity among Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, from different commercial hatcheries. Aquaculture, 92: 165-178.

Colpo K. D. y M. L. Negreiros-Fransozo. 2003. Reproductive output of *Uca vocator* (Herbest, 1804) (Brachyura, Ocypodidae) from three subtropical mangroves in Brazil. Crustaceana, 76 (1): 1-11.

Crane J. 1975. Fiddler Crabs of the World. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. I–XXIII, 1736 pp.

Dougie J. 1962. Coastal pioneer plants and habitat in the Tampico Region. Louisiana State University. Coastal Studies. Technical Report 17A. 533-541.

Emmerson W. D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, South Africa. *Journal of Crustacean Biology*, 14: 158–168.

Emmerson W. D., 1999. Comparative fecundity and reproduction in seven crab species from Mgazana, a warm temperate southern African mangrove swamp. *Crustacean Issues*. 12: 499–512.

Felder D. L., F. Alvarez, J. W. Goy and R. Lamaitre. 2009 B. Decapoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, with coments on the Amphionidacea. (1019-1104). In: Felder D. L. and D. K. Camp (Eds.) *Gulf of México Origin, Waters, and Biota*. Vol. 1 Biodiversity.

Figueiredo J., G. P. Lopes Narciso. J. A. L., y Lin J. 2008. Potencial fertility and egg development (volume, water, lipid and fatty acid content) through embryogenesis of *Uca rapax* (Decapoda: Brachyura: Ocypodidae). *Journal of Crustacean Biology*. 28(3): 528–533.

De Grave, S. N., D. Pentcheff ., S. T. Ahyong., Tin-Yam Chan., K. A. Crandall., P. C. Dworschak., D. L. Felder., R. M. Feldmann., C. H. J. M. Fransen., L.Y. D. Goulding., R. Lemaitre., M. E. Y. Low., J. W. Martin., K. L. Peter., C. E. Schweitzer., S. H. Tan., D. Tshudy., y R. Wetzer 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology*. 21: 1–109.

Griffths D. y R., Sandland, 1984. Fitting Generalized Allometric Models to Multivariate Growth Data. *Biometrics*, 40:139-150.

Hirose L. G. y L. Negreiros-Fransozo, 2008. Population biology of *Uca maracoani* Latreille 1802-1803 (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) on the Routh-eastern coast of Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3(3): 373-383.

Hopkins M. J. and C. L. Thurman, 2010. The geographic structure of morphological variation in eight species of fiddler crabs (Ocypodidae: genus *Uca*) from the eastern United States and Mexico. *Biological Journal of the Linnean Society*. 100: 248–270.

Litulo C., 2004a. Fecundity of the pan-tropical fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards, 1837) from Costa do Sol Mangrove, Maputo Bay, southern Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 3: 84-91.

Litulo C., 2004b. Reproductive aspects of a tropical population of the fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards, 1837) (Brachyura: Ocypodidae) at Costa do Sol Mangrove, Maputo Bay, southern Mozambique. *Hydrobiologia* 525: 167–173.

Litulo C., 2005a. Fecundity and size at sexual maturity of the fiddler crab *Uca vocans* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Ocypodidae). *An International Journal of Marine Sciences*, 21(1): 59-65.

Litulo C., 2005b. Population biology of the fiddler crab *Uca annulipes* (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical East African mangrove (Mozambique). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 62: 283–290.

Macia A., I. Quincardete, y J. Paula, 2001. A comparison of alternative methods for estimating population density of the fiddler crab *Uca annulipes* at Saco mangrove, Inhaca Island (Mozambique). *Hydrobiologia*, 449: 213–219.

Manning R. B. y L. B. Holthuis. 1981. West African brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 306: 1–379.

Mantelatto F. L. M. y A. Fransozo. 1997. Fecundity of the crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, 70: 214–224.

Meusy J. y G. G. Peyen. 1988. Female reproduction in malacostracan Crustacea. *Zoological Science*, 5: 217–265.

Mouton E. Jr. y D. L. Felder. 1995. Reproduction of the Fiddler Crabs *Uca longisignalis* and *Uca spinicarpa* in a Gulf of Mexico Salt Marsh. *Estuaries*. 18(3): 469-481.

Nash, R. N. 1991. Egg production in crabs with abbreviated development. In: Wenner A and A. Kuris (Eds.). *Crustacean egg production*. A. A. Balkema . Netherlands. pp. 217-234.

Raz-Guzman, A., y A. J. Sánchez. 1996. Catalogo ilustrado de cangrejos braquiuros (Crustacea) de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Cuadernos del Instituto de Biología*. 31: 1-52.

Reséndez, M. A. 1970. Estudio de los peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Ciencias del Mar*, 1: 79-146.

Ricketts, E. F. and J. Calvin. 1948. *Between Pacific Tides*. Revised Edition. Stanford University Press: Stanford, CA. 337-346.

Rodriguez A., P. Drake y A.M. Arias. 1997. Reproductive periods and larval abundance patterns of the crabs *Panopeus africanus* and *Uca tangeri* in a shallow inlet (SW Spain). *Marine Ecology Progress Series*, 149: 133-142.

Rosenberg M. S. 1997. Evolution of the shape differences between the major and minor chelipeds of *Uca pugnax* (Decapoda: Ocypodidae). *Journal of Crustacean Biology*, 17(1): 52-59.

Rosenberg, M. 2000. The comparative claw morphology, phylogeny, and behavior of fiddler crabs (genus *Uca*). State University of New York 364 pp.

Rosenberg M. S. 2001. The systematic and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. *Journal of Crustacean Biology*, 21: 839-869.

Reseéndez M. A., 1970. Estudio de los peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Ciencias del Mar.* 1: 79-146.

Rufino M. P. Abelló y A. B. Yule, 2004. Male and female carapace shape differences in *Liocarcinus depurator* (Decapoda, Brachyura): An application of geometric morphometric analysis to crustaceans. *Ital. J. Zool.* 71: 79-83.

Saner J. 1967. Geographic Reconnaissance of Seashore Vegetation Along the Mexican Gulf Coast. Coastal Studies Center. Louisiana State University. Technical Report, 637-642

Sastry A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction (179–270 p.). In: Vernberg, F.J., Vernberg, B. (Eds.). *The Biology of Crustacea*, Vol. 8. Academic Press, New York. Pp. 179–270.

Schram F. R. 1991. Crustacean production. In: Adrian Wenner and Armand Kuris (Eds.). USA. Pp. 217-232.

Somerton D. A. 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Can. J. Fish. Aquatic Science*, 37(10): 1488-1494.

Thurman C. L. 1985. Reproductive biology and population structure of the fiddler crab *Uca subcylindrica* (Stimpson). *Biological Bulletin*, 169: 215–229.

Thurman C. L. 1987. Fiddler crabs (Genus *Uca*) of eastern Mexico (Decapoda, Brachyura Ocypodidae). *Crustaceana*, 53(1): 94-105.

Yamaguchi T. 1998. Evidence of actual copulation in the burrow in the fiddler crab, *Uca lactea* (De Haan, 1835) (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 71: 565-570.

Yamaguchi T. 2001a. Daytime larval release of the fiddler crab, *Uca lactea* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*. 74(6): 545-555.

Yamaguchi T. 2001b. Incubation of eggs and embryonic development of the fiddler crab, *Uca lactea* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*. 74(5): 449-458.