

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias Biológicas, Oceánicas y
Recursos Naturales.



**Evaluación de la influencia de la salinidad en la
supervivencia y peso de cangrejos adultos *Ucides
occidentalis* en cautiverio.**

PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ACUICULTURA

Presentado por:

CRISTHIAN SAN ANDRES ZAMBRANO.

Guayaquil – Ecuador

2016

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios por brindarme su amor incondicional y guiar mi camino para poder culminar mi carrera universitaria.

Agradezco a toda mi familia por su apoyo durante el transcurso de mi carrera, en especial a mis padres, Patricio San Andrés y mi querida madre Mariana Zambrano por ser la inspiración y mi fortaleza para terminar de la mejor manera mi etapa de pregrado.

Agradezco a mis abuelitos Rosa y Carlos por ser como mis segundos padres y estar siempre pendientes de mi bienestar.

Agradezco al Dr. Luis Domínguez Granda por permitirme usar las instalaciones del CADS y proveer los recursos necesarios para desarrollar mi proyecto integrador.

Agradezco al Dr Marín Jarrín y el MSc. Marcillo por el apoyo desinteresado en la guía de este trabajo.

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a Dios por todas las bendiciones que me brinda cada día, a mis padres, abuelos, mi tía, a toda mi familia por confiar en mí y darme el apoyo en todo momento. También a los profesores que fueron parte fundamental en mi formación académica.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

MSc.Fabrizio Marcillo



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Fabrizio M' with a large flourish underneath.

EVALUADOR

Dr. Roberto Retamales



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Roberto Retamales' with a large flourish underneath.

EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Proyecto Integrador nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Cristhian San Andrés Zambrano.

RESUMEN

Actualmente el cangrejo rojo de manglar, *Ucides occidentalis* se encuentra en niveles de explotación que podría no permitir mantener la sostenibilidad del recurso en un futuro, debido a la presión que ejercen las pesquerías sobre este recurso de gran importancia económica, por lo que criarlo en cautiverio podría ser necesario. En el presente trabajo se evaluó la influencia de la salinidad sobre la homeostasis de cangrejos machos sexualmente maduros y se buscó explorar las condiciones más favorables para cultivarlos. Para este fin, se llevó a cabo un experimento de 43 días utilizando un diseño experimental OVAT (one variable at time). Se utilizaron 12 animales que fueron criados a diferentes salinidades (0, 10,20 y 30ups). Los cangrejos se mantuvieron en recipientes individuales con una parte seca y la otra sección húmeda para simular su medio natural. Los cangrejos

fueron alimentados 3 veces por semana con alimento balanceado de camarón. Para comparar la capacidad osmoregulatoria de los animales se consideró la variación de peso y la mortalidad como un indicativo del consumo de energía a la aclimatación a distintas salinidades.

Nueve cangrejos sobrevivieron a la exposición de diferentes salinidades, los tres que murieron fueron de las salinidades 0, 10 y 20. Los sobrevivientes mostraron un aumento de peso durante la primera semana del experimento (Promedio = 267.41 g), luego hubo una disminución de peso durante las semanas 2 a 5 (promedio= 265.75, 262.84, 259.55, 255,64). La variación de los pesos entre salinidades no fue significativamente diferente (ANOVA medidas repetitivas, $p = 0.09$). Estos resultados sugieren que la especie *Ucides occidentalis* puede cultivarse en un amplio rango de salinidad por ser un cangrejo semiterrestre, permitiendo que su sobrevivencia no se vea afectada en condiciones hipo e hiperosmótica.

Palabras claves: osmoregulación, *Ucides occidentalis*, cangrejo semiterrestre.

ÍNDICE GENERAL.

RESUMEN	vii
ÍNDICE GENERAL.	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.	xiv
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPITULO I	4
1.1 ANTECEDENTES.....	4
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3 HIPÓTESIS.....	6
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO	7
CAPITULO II	8
2. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 Osmoregulación en cangrejos semi terrestres	9
2.2 Alimentación y nutrición del cangrejo Rojo <i>Ucides occidentalis</i>	10

2.3	Adaptación de cangrejos semi terrestres a dietas de baja calidad.	11
2.4	Concentraciones iónicas en la hemolinfa del cangrejo Gecarcinidae. <i>Ucides cordatus</i> (Santos , 1995).	12
2.5	Estudio comparativo de osmoregulación en cuatro cangrejos violinistas (Ocypodidae:Uca). (Hui Chen, 2002).	13
CAPITULO III.....		14
3. METODOLOGÍA APLICADA		14
3.1	Recolección de los ejemplares.	14
3.2	Aclimatación de animales.	15
3.3	Descripción del medio artificial.	16
3.4	Alimentación	17
3.5	Parámetros del agua.	18
3.6	Medición de peso.	18
3.7	Análisis estadístico.	19
CAPITULO IV		20
4.1	RESULTADOS.	20
CONCLUSIONES.....		24
RECOMENDACIONES.....		25
ANEXOS		27

Bibliografía	32
---------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. <i>Ucides occidentalis</i> en periodo de aclimatación.	15
Figura 2. Recipientes utilizados para mantener a los cangrejos rojos en cautiverio.	16
Figura 3. Diseño del interior del recipiente dividido en una parte seca y húmeda para mantener cangrejos rojos en cautiverio.	17
Figura 4 Variación porcentual del promedio (\pm error estándar) de los pesos de los cangrejos durante 5 semanas.	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Composición nutricional de las hojas de mangles Senescentes. Se presentan los rangos de concentración de nitrógeno y carbono y la relación de ambos en mili molar (Rao, 1994).	10
Tabla II. Tiempo medio de retención y coeficiente de asimilación para <i>Ucides cordatus</i>	10
Tabla III. Composición nutricional del alimento balanceado con el que se alimentó a los cangrejos rojos en cautiverio.	18
Tabla IV. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas (ANOVA) de la variación porcentual del peso de los cangrejos rojos expuestos a las salinidades.....	21
Tabla V. Peso (g) de los cangrejos rojos y salinidades a los cuales se los mantuvo en cautiverio.	22
Tabla VI. Variación porcentual del peso promedio de los cangrejos rojos y salinidades a las que se mantuvo en cautiverio.....	22

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo A. Mediciones del ancho y longitud del cefalotórax de los 12 cangrejos.....	28
Anexo B. Observación de la coloración blanca de los testículos del cangrejo rojo como indicativo de la madurez sexual.....	29
Anexo C. Aclimatación de los cangrejos rojos en los recipientes de 25 l.....	30
Anexo D. Valores promedio de temperatura salinidad y oxígeno del agua para cada cangrejo, durante los 43 días del experimento.	31

INTRODUCCIÓN

El cangrejo rojo de manglar, *Ucides occidentali* Ortmann (de ahora en adelante llamado cangrejo rojo), pertenece a la familia Ocypodidae. Los Ocypodidae viven en substratos blandos intermareales que permanecen en madrigueras mientras están cubiertos por las mareas y emergen a la superficie para forrajear cuando desciende el nivel mareal. Sin embargo, algunos géneros de esta familia son predominantemente acuáticos, habitan en lugares donde sólo llegan las mareas más altas y son marcadamente terrestres (Jones, 1984).

El género *Ucides* se manifiesta en ambas costas de América tropical. Existen dos especies, *U. cordatus* (Linnaeus) del lado del Atlántico y *U. occidentalis* (Ortmann) en el Pacífico (Rathbun, 1918). El cangrejo rojo se distribuye en la costa del Pacífico americano, desde la isla Espíritu Santo en Baja California, México hasta la desembocadura del Río Tumbes, Perú (Bright, 1972).

El cangrejo rojo es un crustáceo caracterizado por la presencia de cámaras branquiales bien delimitadas que evidencia su adaptación a medios terrestres y a periodos intermareales. Habitan en madrigueras con profundidad de hasta dos metros. La salinidad en el interior de las madrigueras es diferente del estero circundante, lo que permite deducir que el cangrejo rojo, a pesar de su capacidad de colonizar diferentes tipos de manglar, vive en condiciones estenohalinas; es decir, que la salinidad en sus madrigueras se mantenía constante y no está sujeto a las fluctuaciones del estero circundante. (Calero, 2000).

El cangrejo rojo es una especie de importancia ecológica y pesquera. Desde un punto de vista ecológico, este invertebrado es el principal consumidor de hojas de manglar en los estuarios Ecuatorianos, transformando esta gran biomasa y reciclando los nutrientes (Twilley, 1997).

Esta especie además sostiene una pesquería que provee beneficios directos a entre 1800 a 2200 pescadores artesanales, principalmente en el área del Golfo de Guayaquil, e indirectamente a miles de personas que se benefician del recurso (Solano F, 2010). Al presente la pesquería del cangrejo rojo se encuentra a máximos niveles de explotación en el Guayas y a niveles de sobreexplotación en Manabí (Moreno, 2010). Además de la sobreexplotación y la contaminación originada en ciudades y cultivo de varios tipos, muchos estuarios se están modificando para ampliar el espacio destinado a las zonas urbanas. Estas alteraciones de su hábitat podrían también afectar a las poblaciones de cangrejos a lo largo de la costa del Ecuador. Por lo tanto, las poblaciones de esta especie podrían verse reducidas en el futuro cercano debido a la sobreexplotación del recurso, contaminación y modificaciones humanas del hábitat, y el cambio climático.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la salinidad sobre la sobrevivencia y el crecimiento del cangrejo rojo en cautiverio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la sobrevivencia del cangrejo rojo a diferentes salinidades
- Determinar la variación de peso a diferentes salinidades.
- Analizar estadísticamente si existen diferencias significativas de la sobrevivencia y el peso de los cangrejos criados a diferentes salinidades.
- Empezar a explorar las condiciones más favorables para su crianza en cautiverio.

CAPITULO I

1.1 ANTECEDENTES

La captura de cangrejos rojos constituye una de las más relevantes fuentes de trabajo y de alimento de las comunidades asentadas en los estuarios, que incluyen grupos ancestrales. En el Ecuador el cangrejo rojo es un recurso económico de gran importancia, pues representa uno de los crustáceos con mayor demanda. Se estima que la gran mayoría de hombres jóvenes y adultos que viven, dentro del territorio de la Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH), tiene como principal fuente de ingreso económico la captura de cangrejo rojo, la misma que se ve facilitada por la condición de “pesca libre” en que se realiza esta actividad (Rodríguez G, 2001).

La mayoría de estudios realizados con el cangrejo rojo, se basan principalmente en pesquería y dinámica poblacional. El estudio del efecto de la salinidad ha sido evaluado mayormente en estadios larvarios de la especie *U. cordatus*, pues la supervivencia y el crecimiento en fases iniciales se ve más comprometido con la variación de este parámetro (Diele K, 2006).

Poco se sabe, acerca del cangrejo rojo sometido a fluctuaciones sustanciales de salinidad del medio ambiente, ya sea por las mareas o por el clima tropical, con frecuentes lluvias y altas temperaturas. La falta de información sobre esta especie del género *Ucides* ha incitado este trabajo, para evaluar los efectos de la salinidad bajo condiciones de laboratorio en caso de que la sobrepesca requiera que esta especie sea criada en cautiverio.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La sobreexplotación del cangrejo rojo puede llevar a la necesidad de que esta especie sea criada en cautiverio y que este estudio sea el primer paso para determinar su factibilidad.

Al presente no hay ningún estudio que evalúe el impacto de la modificación de las condiciones físicas de su hábitat, especialmente salinidad y la afectación que tendría en los especímenes adultos de cangrejo rojo. Además no se han establecido las condiciones más favorables para el cultivo de esta especie.

1.3 HIPÓTESIS.

Los animales expuestos a condiciones hiposmóticas (salinidad 0 ups) no lograrán mantener su homeostasis osmoregulatoria y presentarán mayor variación de peso y menor sobrevivencia con respecto a las otras salinidades.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

La posibilidad de que en el futuro cercano las poblaciones de cangrejo de manglar sean reducidas sugiere la necesidad de un manejo sustentable del recurso en el Ecuador basado en información sobre su biología. Uno de los principales problemas para el manejo sustentable de esta pesquería es el hecho de que al presente no se ha establecido el efecto que tendría la modificación de su hábitat particularmente la salinidad. Por lo tanto se considera relevante realizar un estudio que permita mantener especímenes de cangrejo rojo *Ucides occidentales* bajo condiciones de laboratorio que logren mantener su homeostasis sin involucrar la sobrevivencia de los animales bajo la influencia a distintas salinidades.

Debido que hasta ahora no existe documentación sobre mantenimiento en cautiverio de cangrejo rojo adultos por más de 3 semanas fuera de su hábitat. Se considera que este estudio inicial facilitará información relevante, para determinar si la salinidad juega un rol importante en la sobrevivencia de individuos machos adultos. Además proveerá datos

sobre condiciones de cultivo, que permitirá mantenerlos en un medio artificial para la obtención de huevos fertilizados de hembras ovadas para posteriormente describir los estadios larvales.

1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO

Este estudio tiene un gran potencial de sostenibilidad y capacidad de continuidad, debido a que el cangrejo rojo es una especie de importancia pesquera a lo largo de su distribución (sur de California hasta el norte del Perú), y a que muchas características de su biología aún no han sido estudiadas. Además, este trabajo aportaría con datos sobre el comportamiento en cautiverio del cangrejo rojo, ya que casi nada se ha hecho en cuanto a intentos para cerrar su ciclo biológico, contribuyendo con información relevante para en un futuro diseñar programas de repoblación obteniendo larvas cultivadas en laboratorio.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El cangrejo rojo es un crustáceo semiterrestre que habita principalmente en estuarios, los cuales presentan variabilidad de sus condiciones ambientales, en especial salinidad. Esto determinará la respuesta de adaptación de esta especie que habita en zonas intermareales, desarrollando mecanismos de sobrevivencia para afrontar la inestabilidad de los parámetros ambientales. Por esta razón la información descrita en este capítulo, comprende las características fisiológicas que ocurren en este crustáceo que le permite crecer y reproducirse en estos ecosistemas. Estas características incluyen, la adaptación a dietas de baja calidad, la regulación de la concentración de iones en la hemolinfa a los

cambios de salinidad y la estructura del tejido de sus branquias que le permite mantener la respiración bimodal.

2.1 Osmoregulación en cangrejos semi terrestres

Los cangrejos braquiuros son un infraorden de crustáceos semi terrestres que típicamente tienen 9 pares de branquias pero a medida que tienen una vida más terrestre, las branquias tienden a disminuir de número. En los cangrejos que habitan en aguas salobres y zona intermareal, las branquias anteriores son utilizadas para la respiración y las posteriores son para la respiración y la osmoregulación (Takeda, 1996). En su cámara branquial poseen dos laminillas, una utilizada para la respiración que carece de mitocondrias y otra laminilla con una gran cantidad de mitocondrias en los ionocitos que participa en la osmoregulación (Takeda, 1996).

Estudios previos han reportado que la enzima $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$ localizada en los ionocitos de la laminilla que participa en la osmoregulación, cambia su actividad con respecto a la variación de salinidad del medio, lo que implica un rol importante en la composición iónica interna.

La enzima $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPase}$ regula la concentración de iones dentro de las células del cangrejo. Esta enzima se produce en las células de las laminillas branquiales, siendo necesarias para aclimatarse a diferentes salinidades, por lo que este mecanismo de osmoregulación está correlacionado con el hábitat de la especie, debido a que la actividad de la enzima, se incrementa en condiciones hypo o hiper osmótica. (Hui Chen, 2002).

2.2 Alimentación y nutrición del cangrejo Rojo *Ucides occidentalis*.

El cangrejo rojo consume principalmente hojas de mangles teniendo mayor preferencia por las hojas recién caídas, sin excluir entre las hojas de *Rhizophora* o *Avicennia*. (Calero, 2000). Eventualmente esta especie puede recurrir a hábitos carnívoros cuando encuentran carroña en las cercanías de las madrigueras (Solano, 2006). Las hoja de mangle son una fuente deficiente de nitrógeno (Greenaway, 2007) (Tabla1).

Tabla I. Composición nutricional de las hojas de mangles Senescentes. Se presentan los rangos de concentración de nitrógeno y carbono y la relación de ambos en mili molar

	N(mmol)	C(mmol)	C:N(atómico)
<i>Hojas de mangle senescente(ocho especies)</i>	0.5-1.8	28-42	24-78.

Fuente: (Rao, 1994).

Al no existir un registro de la ingesta diaria de consumo de alimento del cangrejo rojo se tomó como referencia un estudio realizado por (Nordahaus, 2004) de la ecología alimentaria del *U.cordatus*, la especie hermana del *U.occidentalis*.

Tabla II. Tiempo medio de retención y coeficiente de asimilación para *Ucides cordatus*.

Fuente: (Nordahaus, 2004).

	Máximo peso corporal (g)	Dieta	Tasa de consumo (g kg ⁻¹ /día ⁻¹ peso húmedo).	Tiempo de retención media(h)	Coeficiente de asimilación (%)	
					Nitrógeno	Materia seca
<i>U. cordatus</i>	200	Hojas mangle	4.4	2.7	9.07–74,1	25-52

2.3 Adaptación de cangrejos semi terrestres a dietas de baja calidad.

Numerosas especies de cangrejos son consideradas como herbívoras porque su alimentación se compone en su mayoría de plantas terrestres y detritus, siendo capaces de usar eficientemente material vegetal para satisfacer sus necesidades de nitrógeno y energía. Esta dieta es de baja calidad por su contenido de nutrientes que presenta poco porcentaje de nitrógeno y alta concentración de carbono (Tabla1). La estrategia digestiva que utilizan los cangrejos herbívoros es tener una elevada ingestión de alimentos de baja calidad, un tiempo corto de retención de la digestión, una alta tasa de asimilación de los materiales celulares solubles, y la asimilación sustancial de fibra vegetal (celulosa y hemicelulosa) (Greenaway, 2007).

La celulosa y hemicelulosa de las plantas son difíciles de digerir y los compuestos estructurales secundarios de las plantas, como taninos, pueden interrumpir la digestión. En los cangrejos, la digestión de estas moléculas incluye unos mecanismos iniciales de fragmentación del alimento, para aumentar la superficie de área disponible en la hidrólisis enzimática con enzimas de celulosa y hemicelulosa. Los cangrejos de tierra también poseen una serie de adaptaciones a dietas pobres en nitrógeno. Estos incluyen el crecimiento lento y un prolongado periodo de vida reflejado en la longevidad, baja

frecuencia de la actividad reproductiva y tamaños grandes (Greenaway, 2007). En consecuencia esta especie tiene bajas tasas metabólicas, requerimientos mínimos de nitrógeno y la separación temporal de actividades con una alta demanda de nitrógeno (ovogénesis y muda).

2.4 Concentraciones iónicas en la hemolinfa del cangrejo

Gecarcinidae. *Ucides cordatus* (Santos , 1995).

Ucides cordatus tiene la capacidad de regulación iónica tanto en medios hipo e hiperosmóticos y es una especie hermana del cangrejo rojo perteneciente al mismo género, por lo tanto por medio de este estudio se podría asumir que *U. occidentalis* presentaría capacidades similares de regulación iónica.

Esta capacidad se comprobó a través de mediciones en la hemolinfa, la fluctuación de la concentración de iones al exponer a los animales a distintos grados de salinidad. Al culminar la prueba que tuvo una duración de 15 días, los resultados mostraron que los niveles de sodio, potasio magnesio fueron significativamente diferentes a 0 salinidad. Además el contenido de calcio se mantuvo constante para todas las salinidades.

2.5 Estudio comparativo de osmoregulación en cuatro cangrejos violinistas (Ocypodidae:Uca). (Hui Chen, 2002).

Los cangrejos del género *Uca* son semi terrestres y habitan en zonas intermariales al igual que el *U.occidentalis*. Al ser especies que comparten ecosistemas similares, se presume que las características fisiológicas de osmoregulación tienden a tener mecanismos equivalentes. En este trabajo se comparó la variación de la osmolalidad de la hemolinfa de 4 especies *Uca*, (*U.arcuata*, *U.formosensis*, *U.vocans*, *U.lactea*) al estar expuestos en rangos de salinidades de 0,5,15,25,35,45 y 60ups. Los resultados mostraron que la osmolalidad de la hemolinfa entre las 4 especies no hubo ningún cambio significativo. Además se evaluó la morfología de las branquias y la actividad de la enzima $\text{Na}^+ \text{k}^+ \text{-ATPpasa}$. Lo que se pudo evidenciar que los animales expuestos a salinidades extremas de 0 y 60ppt no sobrevivieron por más de 2 días, solamente la especie *U.arcuata* sobrevivió hasta el séptimo día porque esta especie habita en zonas cercanas al agua dulce en la parte superior de la playa. Se halló también que la enzima $\text{Na}^+ \text{k}^+ \text{-ATPpasa}$ aumenta su actividad en condiciones hiposmótica y que la morfología de las branquias sufren un engrosamiento de tamaño de las laminillas branquiales encargadas de la osmoregulación.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA APLICADA

3.1 Recolección de los ejemplares.

Se compraron 24 individuos machos de tallas comerciales ($\geq 7,3$ mm ancho del cefalotórax A.C) procedentes del estero de Puerto hondo. Se realizó la medición del ancho

y longitud del cefalotórax, además se registró el peso de cada cangrejo. Se seleccionaron 12 animales de tallas similares con peso promedio y desviación estándar de $265,6 \pm 23,40\text{g}$ colocados en contenedores de 25 litros.

3.2 Aclimatación de animales.

Los cangrejos fueron aclimatados durante 7 días a una salinidad de 25 ups tomando en referencia la salinidad del estero al momento en que se capturaron. Se mantuvo a los cangrejos bajo un fotoperiodo natural. El proceso de aclimatación se monitorizó mediante la medición diaria de oxígeno con un valor promedio y desviación estándar de $6,35 \pm 0,37\text{mg/l}$ y temperatura del agua $27 \pm 0,12\text{C}^\circ$, además se registró el comportamiento de animales.

Figura 1. *Ucides occidentalis* en periodo de aclimatación.



Fuente: Autor

3.3 Descripción del medio artificial.

El sistema contó con un total de 12 contenedores plásticos de una capacidad de 25l cada uno (Figura1). Se colocaron 7 l de agua en cada contenedor, dándoles una columna de agua de 6cm con suministro constante de aireación por medio de blowers. Además del agua, los tanques tuvieron una superficie seca con un área 0,06m² hecha de plywood marino (Figura2). Tanto la parte húmeda como seca del contenedor se cubrió con malla plástica de 3x3mm para disminuir el estrés de los cangrejos que podría ser producido por el fondo resbaladizo del recipiente.

Para la preparación de los medios se utilizó agua de mar filtrada a 35ups. Las diluciones se hicieron con agua potable previamente desclorinada con Tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃). Se hicieron recambios de agua del 100% dos veces por semana.

Figura 2. Recipientes utilizados para mantener a los cangrejos rojos en cautiverio.



Fuente: Autor

Figura 2. Diseño del interior del recipiente dividido en una parte seca y húmeda para mantener cangrejos rojos en cautiverio.



Fuente: Autor

3.4 Alimentación

Durante el primer y segundo día de aclimatación, los animales se alimentaron con hoja de mangle rojo *Rhizophora*. Luego se cambió a alimento balanceado de camarón de 28% de proteína hasta comenzar el experimento. Se mantuvo una ración de alimento *ad libitum* durante los primeros días hasta que se determinó la cantidad de alimento consumida por cada cangrejo era de 0,5g por cada día.

Tabla III. Composición nutricional del alimento balanceado con el que se alimentó a los cangrejos rojos en cautiverio.

Componente	Contenido en Porcentaje (%)
Proteína	28
Grasa Min	6
Fibra Máx	3.5
Fibra Máx	10.5
Cenizas Máx	12
Tamaño de Pellet.	Diámetro: 2.0mm.
	Longitud: 3.5mm.

Fuente: <http://www.empagran.com/>

3.5 Parámetros del agua.

Para medir oxígeno (mg/l), temperatura (C⁰) del agua de mar, se utilizó un multiparámetros Hach. La salinidad fue medida por medio de un refractómetro.

3.6 Medición de peso.

Después del periodo de aclimatación, los animales fueron colocados aleatoriamente entre las distintas salinidades señaladas. Se registró el peso semanal de cada individuo utilizando una balanza digital con un grado de exactitud de 0,01g, para determinar si hubo variación de peso por efecto de la regulación osmótica. Cada animal se los dejó escurrir

por 5 minutos antes de pesarlo. El peso de los animales fue relativizado como se muestra en la tabla 6, sacando un valor promedio por semana para cada grupo de cangrejos expuestos a la misma salinidad. También se midió el estrés fisiológico visible por medio de los quelípedos que perdieron.

3.7 Análisis estadístico.

Se utilizó un análisis de varianza con medidas repetidas porque a cada cangrejo se le realizó cinco mediciones. Se usó la variación porcentual del peso semanal de los animales expuestos a las salinidades de 0, 10, 20 y 30 ups con respecto al peso al comienzo del experimento como variable respuesta. En caso que hubieran diferencias significativas de los promedios ($p < 0.05$) se hizo una comparación por pares utilizando pruebas t pareada, utilizando el ajuste del valor p tipo Bonferroni.

CAPITULO IV

4.1 RESULTADOS.

Uno de los cangrejos de salinidad de 10 solo sobrevivió hasta la primera semana después del periodo de aclimatación por lo que en la tabla no consta el peso del animal. Así mismo el primer día de la semana 5, un cangrejo de salinidad 0 y un cangrejo de salinidad 20 murieron.

En la prueba de significancia entre salinidades no existieron diferencias estadísticas entre los mismos (TablaIV).

Tabla IV. Análisis de varianza multivariado con medidas repetidas (ANOVA) de la variación porcentual del peso de los cangrejos rojos expuestos a las salinidades.

	Gdl	Suma.cuadrados	Suma media de cuadrados	F	p
Salinidad	3	1.802	0.6008	2.55	0.0947
Residuals	15	3.534	0.2356		

Fuente: Autor

En el patrón de variación de peso a lo largo de las cinco semanas se puede notar que en la primera semana todos los cangrejos de las salinidades de 0, 10, 20 y 30 UPS mostraron un incremento de peso. La semana 2 todos los animales tuvieron una disminución de peso hasta el último día de del experimento.

A partir de la segunda semana la mayoría de los animales disminuyeron el consumo de alimento sin ser aprovechado casi en su totalidad, por lo que el decrecimiento en su peso corporal, indistintamente de la salinidad a la que se encontraba, pueden haber ocurrido debido a la alimentación.

Tabla V. Peso (g) de los cangrejos rojos y salinidades a los cuales se los mantuvo en cautiverio.

Salinidad.	Peso inicial.	Semana1	Semana2	Semana3	Semana4	semana 5
0	287,5	292,6	288,2	288,4	284,1	
0	300,2	302,4	302,5	297	295,1	291,8
0	232,2	238,3	240,4	234	230,8	228,9
10	276,8	279,3	280,1	274,1	274,1	268
10	278,7	279,6	280,2	277,6	274,8	269,9
10	288,9	284,6				
20	283,5	283,5	283,3	279,2	277,3	277,2
20	257	258,7	259	257,7	249,5	
20	259	262,6	259,3	258,5	254	256,6
30	247,5	250,6	249,5	249,1	242,6	241,3
30	231	231,7	230	229,5	228,6	226,9
30	244,9	245	250,8	246,1	244,1	240,2

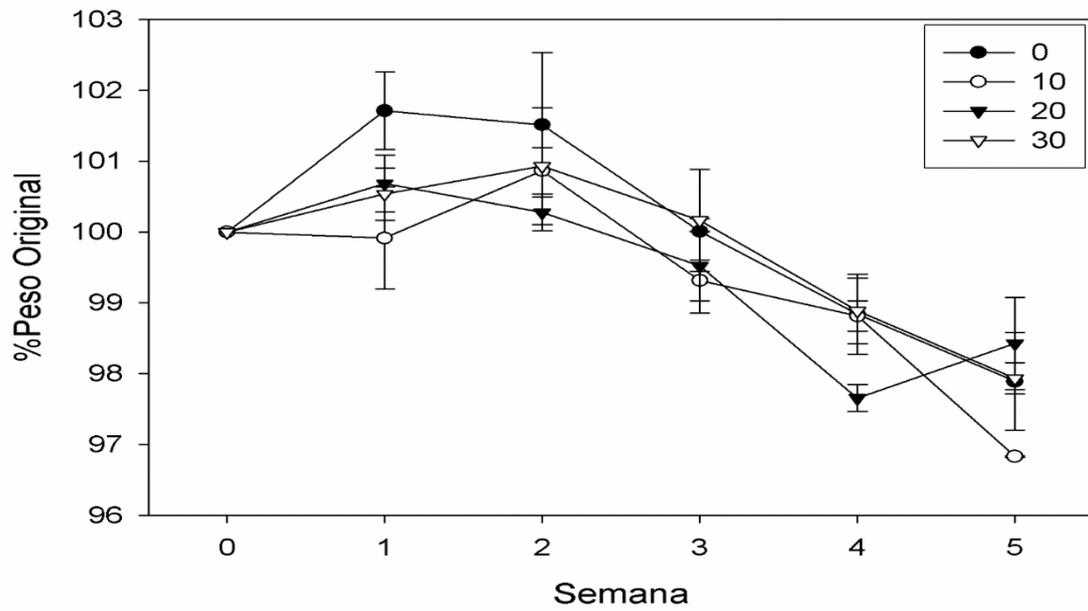
Fuente: Autor

Tabla VI. Variación porcentual del peso promedio de los cangrejos rojos y salinidades a las que se mantuvo en cautiverio.

Fuente: Autor

Semanas	0 UPS	10 UPS	20 UPS	30 UPS
0	100	100	100	100
1	101,71	99,91	100,68	100,53
2	100,27	100,87	100,27	100,93
3	99,52	99,31	99,52	100,16
4	98,84	98,81	97,65	98,88
5	97,89	96,83	98,43	97,93

Figura 3 . Variación porcentual del promedio (\pm error estándar) de los pesos de los cangrejos durante 5 semanas.



Fuente: Autor

CONCLUSIONES

Con base a lo observado durante la realización de este trabajo, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. La supervivencia de *Ucides occidentalis* no se ve afectada por los cambios de salinidad, dentro de los rangos probados. Se estima que esto se debe a que, al ser un animal de vida semi terrestre y poseer mecanismos de osmoregulación en condiciones hiposmóticas, puede controlar el tiempo de exposición y aclimatación a la salinidad.
2. Las mortalidades que se presentaron en las salinidades de 0,10 y 20 ups no se atribuyen a la exposición a las condiciones de salinidad, ya que estos cangrejos presentaron, desde el inicio del experimento, lesiones en su caparazón y un comportamiento letárgico que el resto de los cangrejos.
3. La variación de peso entre los cangrejos expuestos a distintas salinidades no es significativamente diferente, por lo que la variación de peso no estuvo relacionada directamente con la salinidad. Se estima que esto posiblemente se debió a la poca aceptación del alimento balanceado.

RECOMENDACIONES.

De lo observado en esta prueba se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

1. Se deben estudiar los requerimientos nutricionales para el cangrejo rojo para crear un alimento artificial que presente mayor aceptación y aprovechamiento por parte del animal.
2. Los recipientes deben ser lo suficiente mente grandes para facilitar la movilidad del cangrejo y evitar estrés por hacinamiento.

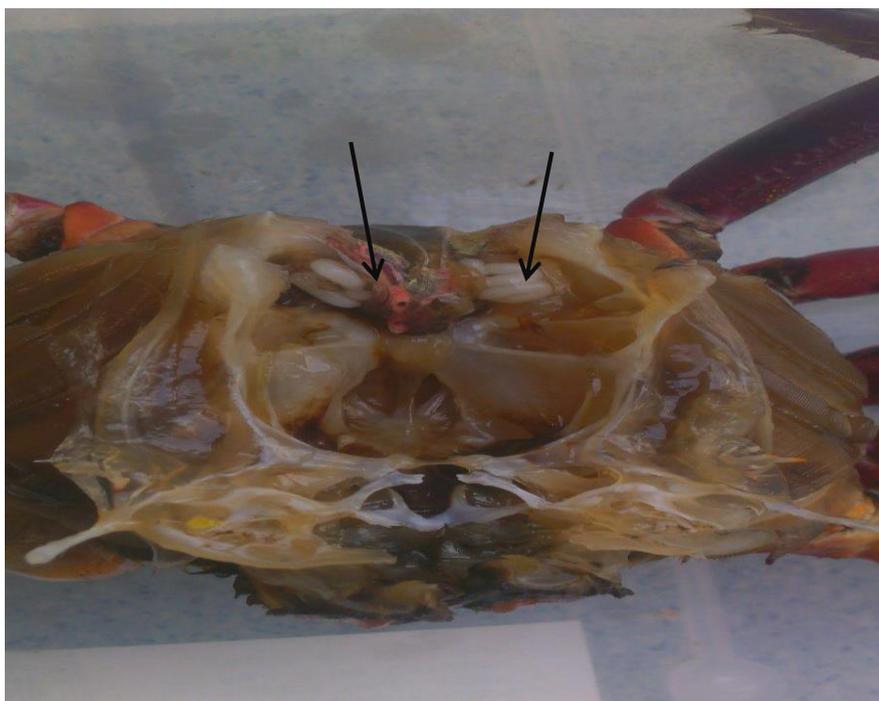
3. Sería interesante en futuros estudios medir la osmolalidad de la hemolinfa de los cangrejos para evaluar a nivel celular los efectos fisiológicos que ocasionan los cambios de salinidad.
4. En futuros estudios se podría evaluar el estrés fisiológico en los cangrejos con anticuerpos contra la proteína HSP70 para tener un indicador más asertivo sobre los parámetros de cultivo que mantiene al cangrejo en mejores condiciones.
5. La continuidad de estudios relacionados con la crianza en cautiverio de cangrejo rojo permitirá que se puede llevar a cabo programas estatales dirigido a la comunidades pesqueras que se dedican a la captura de cangrejo rojo, permitiendo que los habitantes de las zonas rurales de la costa ecuatoriana puedan generar un valor agregado al cangrejo por medio de su crianza para engorde y venderlos a un mejor precio, contribuyendo al desarrollo de estas comunidades.

ANEXOS

Anexo A. Mediciones del ancho y longitud del cefalotórax de los 12 cangrejos.

Salinidad.	Peso inicial.	Ancho del cefalotórax en mm(AC)	Longitud cefalotórax en mm(LC)
0	287,5	70	54
0	300,2	75	59
0	232,2	52	41
10	276,8	64	49
10	278,7	65	48
10	288,9	67	51
20	283,5	69	54
20	257	60	46
20	259	62	47
30	247,5	57	44
30	231	50	39
30	244,9	59	45

Anexo B. Observación de la coloración blanca de los testículos del cangrejo rojo como indicativo de la madurez sexual.



Anexo C. Aclimatación de los cangrejos rojos en los recipientes de 25 l.



Anexo D. Valores promedio de temperatura salinidad y oxígeno del agua para cada cangrejo, durante los 43 días del experimento.

Peso inicial(g).	Salinidad(UPS)	Oxígeno mg/l promedio de los 43 días.	temperatura C promedio de los 43 días
287,5	0	6,47	27,43
300,2	0	6,60	27,39
232,2	0	6,59	27,47
276,8	10	6,52	27,48
278,7	10	6,77	27,37
288,9	10	6,74	27,44
283,5	20	6,76	27,45
257	20	6,80	27,51
259	20	6,71	27,51
247,5	30	6,65	27,43
231	30	6,75	27,43
244,9	30	6,73	27,37

BIBLIOGRAFÍA

- Santos . (1995). Hemolymph osmotic and ionic concentrations in the gecarcinid crab *Ucides cordatus*. *comp.Biochem,Physiol.*, 581-583.
- Bright. (1972). Sinopsis of the burrowing Land crab of the world and list of their arthropod symbionts and burrow associates. *Contributions in Science*. 220:1-15.
- Calero, P. M. (2000). *El cangrejo rojo Ucides occidentalis en la reserva ecologica Manglares de Churute*.
- Chapman, B. R. (1981). Seasonal Changes in interstitial salinities and seasonal movement of subtidal benthic invertebrates in the Fraser River, B.C Estuar Coast Shelf *Sci*12:49-66.
- Costanza, D. . (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.
- Diele K, D. J. (2006). Salinity Tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 68 ,600-608.
- Ellison, F. W. (1999). Origing of mangrove ecosystems and the mangrove biodiversity anomaly. *Glob Ecol Biogeogr* 8:95-115.
- Greenaway, S. M. (2007). A review of feeding and nutrition of herbivorous land crabs: adaptations to low quality plants diets.
- Hui Chen, Y. C.-H. (2002). A comparative study of osmoregulation in four fiddler crabs(Ocypodidae:Uca). *Zoological Science* 19:643-650.
- Jones. (1984). *Crabs of the mangals ecosystems*. The Marine Science Laboratory, UK.
- Moreno, R. W. (2010). Situación actual del guariche *Ucides occidentalis*(Ortman,1897) en el estuario del Rio chone durante abril 2009-2010. *Boletín Científico y Técnico*, 20(9):16-35.

- Nichols, C. . (1986). The modification of an estuary. *Science* 231: 567-573. .
- Nordahaus. (2004). Feeding ecology of the semiterrestrial crabs *Ucides cordatus cordatus* (Decapoda:Brachyura)in am mangrove forest in northern Brazil.PhD Thesis. University of Bremen. .
- Rao, W. C. (1994). Carbon,nitrogen contents and stable isotope abundance in mangrove leaves from on east African Coastal Lagoon (kenya).
- Rathbun, M. (1918). The grapsoid crabs of America *Bull.U.S Nat.Mus.* 97:1-461.
- Remane, S. (1971). *Biology of brackis water*,2nd edn. E.Schweizerbartsche,Stuttgart.
- Rodríguez G, P. C. (2001). Análisis de las pesquerías de *Ucides occidentalis* Ortmann y su Manejo sostenible en la reserva Ecológica Manglares de Churute.
- Simoni, F. G. (2013). Adaptations to semi-terrestrial life in embryos of East African mangrove crabs: a comparative approach.
- Skreslest. (1986). The role of Freshwater outflow in coastal marine ecosystems. NATO Advanced Studies. Institute Serie s6. Ecological Science,Vol7. Springer-Verlag, Berlín.
- Smith. (1993). Coastal metabolism and the oceanic organic carbon balance. *Rev Geophys* 31:75-89.
- Solano. (2006). Aspectos pesqueros biológicos y socioeconómicos de la captura de cangrejo rojo(*Ucides occidentalis*)en los manglares de Ecuador. Guayaquil, Ecuador: Instituto nacional de Pesca.
- Solano F, F. L. (2010). Capturas de cangrejo rojo *Ucides occidentalis* en los puertos de la provincia del Guayas y El Oro,Ecuador, durante 2009. *Boletín científico y Técnico*, 20:1-15.

Takeda, M. M. (1996). *Variation in the branchial Formula of semi-terrestrial crabs (Decapoda: Brachyura: Grapsidae and Ocypodidae) in relation to physiological adaptations to the environment. J Crust Biol 125:315-320.*

Twilley, P. M.-M. (1997). Litter dynamics in riverine mangrove forest in the Guayas River estuary, 111:109-102.

Wolff. (1973). the estuary as a habitat: analysis of data on the soft bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. zool verh 126:1-242.