

Bluefields Indian & Caribbean University
B.I.C.U



Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente.
F.A.R.E.N.A

ESCUELA DE BIOLOGIA MARINA

BIOLOGIA MARINA

Monografía

Para optar al título de Licenciatura en Biología Marina

Evaluación del crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) con tres densidades de siembra en jaulas flotantes, en el cayo Black Mangrove, Refugio de Vida Silvestre Cayos Perlas, Municipio de Laguna de Perlas, R.A.C.C.S

Autor:

Br. Whitney Solange Aristhomene

Tutor: Ing. Lindolfo Hodgson

Bluefields, R.A.C.C.S, Nicaragua,

Agosto, 2020

“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”

INDICE

Contenido

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 JUSTIFICACION	5
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
II. OBJETIVOS	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
III. MARCO TEÓRICO	9
3.1. ASPECTOS GENERALES DE LA LANGOSTA	9
Clasificación Taxonomica Y Morfología de la langosta espinosa del caribe (<i>Panulirus argus</i>)	9
3.2 CICLO DE VIDA	9
3.3 ALIMENTACIÓN	14
3.4 CULTIVO DE LANGOSTA ESPINOSA	15
3.4.1 CULTIVO DE JUVENILES	15
3.5 CONDICIONES PARA EL CRECIMIENTO DE JUVENILES	19
3.5.1 TEMPERATURA	19
3.5.2 SALINIDAD	20
3.5.3 COMIDA	20
3.5.4 CALIDAD DEL AGUA	22
3.5.5 OXÍGENO	23
3.5.6 DENSIDAD DE STOCK	24
3.5.7 ENFERMEDADES	24
3.5.8 OTROS ASPECTOS	25
3.6 REFUGIO DE VIDA SILVESTRE CAYOS PERLAS	26
3.7 MARCO CONCEPTUAL	27
IV. HIPÒTESIS	29
V. PREGUNTAS DIRECTRICES	30

VI. DISEÑO METODOLÓGICO	31
6.1 ÁREA DE LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	31
6.2 TIPO DE ESTUDIO SEGÚN EL ENFOQUE, AMPLITUD O PERÍODO DEL MISMO	31
6.3 POBLACIÓN	31
6.4 MUESTRA	31
6.5 TIPO DE MUESTREO	31
6.6 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN	31
6.7 INSTRUMENTOS	32
6.8 DISEÑO EXPERIMENTAL	32
6.9 TÉCNICA DE RECOLECCION DE DATOS	32
6.10 ANÁLISIS DE DATOS	33
6.11 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	34
VII. RESULTADOS Y ANALISIS	35
7.1 MUESTREOS BIOMÉTRICOS	35
7.1.1 Crecimiento	35
7.1.2 Tabla 3. Análisis de la varianza.....	37
7.1.3 Tabla 4. Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.80049.....	37
7.2 S.G.R	38
7.3 SOBREVIVENCIA.....	39
7.3.1 Tabla 5. Análisis de la varianza de la Supervivencia de las langostas	40
7.4 FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA F.C.A.	40
7.5 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA	41
7.5.1 Temperatura.....	41
7.5.2 Oxígeno Disuelto.....	42
7.5.3 Salinidad	42
7.5.4 pH.	42
VIII. CONCLUSIONES	43
IX. RECOMENDACIONES	44
X. REFERENCIAS	45
XI. ANEXOS	48

Lista de Tablas

1. Operacionalización de Variables.....	34
2. Resultados biométricos de las langostas durante 90 días de cultivo.....	35
3. Análisis de la Varianza.....	37
4. Test Tukey.....	37
5. Análisis de la varianza de la Supervivencia de las langostas.....	40
6. Datos de los parámetros físico-químicos del agua durante el cultivo de langostas.....	41
7. Monitoreo del crecimiento y mortalidad.....	48
8. Muestreo de Parámetros Físico y Químicos del agua.....	50

Lista de Ilustraciones

1. Morfología de la langosta espinosa.....	9
2. Ciclo de vida de la langosta espinosa.....	10
3. Crecimiento de Longitud de Cefalotórax (LC) de las langostas con diferentes densidades de siembra.....	37
4. Supervivencia de las langostas durante los tres meses de cultivo.....	39
5. Contenedores en donde fueron almacenadas las langostas antes de la siembra en jaulas.....	51
6. Jaula flotante en proceso de construcción.....	51
7. Jaula flotante en proceso de construcción.....	52
8. División de 3 dimensiones en cada jaula para réplicas de densidades.....	52
9. Langostas en contenedores antes de ser puestas en las jaulas.....	53
10. Siembra en jaulas.....	53
11. Espacio en donde se ubicaron las jaulas.....	54
12. Manejo de jaula para ser movida a orillas de tierra firme para monitoreo.....	54
13. Extracción de langostas de jaulas para medición y peso.....	55
14. Proceso de monitoreo.....	55

AGRADECIMIENTO

Gracias infinitas a mi Dios y Padre Celestial por permitirme gozar de vida, salud y sabiduría para lograr alcanzar este sueño.

A mi familia por todo su apoyo en cada decisión y en momentos cruciales, porque nunca me permitieron rendirme en tiempos difíciles.

A la Bluefields Indian and Caribbean University BICU, por abrirme sus puertas y permitirme lograr este sueño. Al Proyecto Ecosistemas Marinos ejecutado por el IBEA, por su apoyo con los viajes a los Cayos Perlas.

Gracias maestros por sus exigencias, pero también por sus paciencia y dedicación, en especial a mi tutor, Lindolfo Hodgson, quien ha sido una pieza clave en la realización de esta monografía con su gran apoyo, comprensión y paciencia.

A (ti) Hubert Fenton, por tu apoyo incondicional para seguir adelante aun después de la llegada de nuestro hijo.

A todos y todas les agradezco de corazón, no fue fácil, pero con su apoyo fue posible.

DEDICATORIA

Es con mucho gusto y placer que dedico esta monografía en primer lugar a Dios, quien me ha dado vida y salud, quien ha sido y es mi guía, me ha dado las fuerzas para seguir adelante y mantenerme firme ante los problemas y adversidades que muchas veces se presentaron durante mi carrera y me ha dado la sabiduría para lograr alcanzar esta meta.

A mi familia, en especial a mi madre y a mis abuelos, Elmira y Drevel, a quienes les debo el ser quien soy, por todos sus consejos, paciencia, amor, comprensión y por todo su apoyo durante mis estudios y en todo momento. Siempre me animaron a seguir luchando por lograr mis objetivos.

A mis docentes y decano, por sus enseñanzas y apoyo durante mi carrera.

Y a mi hijo Zaydrian, quien ha sido el motor que me ha impulsado durante los momentos difíciles en este último año de mi carrera, por ser mi motivación cuando mis fuerzas se agotaban.

RESUMEN

En el Refugio de Vida Silvestre Cayos Perla, Nicaragua, se evaluó el crecimiento de 90 langostas (*P. argus*), cultivadas con densidades de 5, 10 y 15 langostas/m², con tres replicas cada uno, durante 90 días (tres meses), alimentadas con peces de descarte y sardinas al 10% de la biomasa total, con el objetivo de determinar si existe diferencia significativa en el crecimiento y sobrevivencia de las langostas según la densidad, y así, generar información base para aportar al impulso de la actividad acuícola en la región en el futuro, actividad que contribuiría al manejo sostenible del recurso y al mejoramiento de los índices económicos de los pescadores. Se realizaron viajes mensuales hacia el Cayo Black Mangrove durante el periodo de cultivo (diciembre, enero y febrero) para la recopilación de los datos de muestreo una vez al mes. Se registró el crecimiento de las langostas y se determinaron; La Ganancia en Peso (%), el Incremento en Peso, el Ritmo de Crecimiento Especifico (%), la Biomasa final y la Sobrevivencia. Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor con un 95% de confiabilidad, y con una prueba *post hoc*, *Tukey Test*, se determinó que hubo un mayor crecimiento en las langostas con densidad de 15/m².

Palabras clave: *Acuicultura, Caribe, Panulirus argus, Crecimiento*

ABSTRACT

At the Pearl Cays Wildlife Refuge, Nicaragua, the growth of 90 lobsters (*P. argus*), cultivated with densities of 5, 10 and 15 lobsters/m², was evaluated, with three replicates each, for 90 days (three months), fed with discarded fish and sardines at 10% of their total biomass, with the aim of determining whether there is a significant difference in the growth and survival of lobsters according to the density, and thus, generate basic information to contribute to the promotion of aquaculture activity in the region in a future, activity that would contribute to the sustainable management of the resource and the improvement of the economic rate of fishermen. Monthly trips were made to the Black Mangrove Cay during the growing period (December, January and February) for the collection of sampling data once a month. Lobsters growth was recorded and Weight Gain (%), Weight Increase, Specific Growth Rate (%), Final Biomass and Survival were determined. A variance analysis (ANOVA) of one factor was performed with 95% reliability, and with a post hoc test, Tukey Test, it was determined that there was higher growth in lobsters with density of 15/m².

Key words: *Aquaculture, Caribbean, Panulirus argus, Growth*

I. INTRODUCCIÓN

La pesquería del recurso langosta espinosa (*Panulirus argus*) del Caribe de Nicaragua, representa un rubro económico muy importante del sector pesquero en el país (39 millones de dólares anualmente), además de ser una importante fuente de empleo para los grupos sociales más deprimidos de la zona del Caribe de Nicaragua (**Barnutty, R.;** 2001, parr.1).

Actualmente, este recurso se encuentra en estado de depresión, principalmente a causa de las altas capturas de organismos juveniles, hembras con huevos u organismos por debajo de las tallas permitidas por la legislación nacional. (J. Mendoza-Lewis.; 2008, parr.1)

Ante este efecto negativo, para la sobrevivencia del recurso y el rendimiento sostenible pesquero, se han impulsado diversos esfuerzos de protección biológica del recurso; que van desde el establecimiento de tallas mínimas comerciales (longitud mínima de cola de 140 mm y/o peso mínimo de cola de 5 onzas ó 140 gramos) como la veda temporal de capturas (del 1 de marzo al 30 de junio) (INPESCA, 2019) (citado por J. Mendoza-Lewis.; 2008, parr.1).

Al ser este un recurso tan importante dentro de la economía nacional, es necesaria la implementación de técnicas innovadoras y sostenibles que permitan seguir aprovechándolo, por lo tanto, la presente investigación que tiene como objetivo “evaluar el crecimiento y sobrevivencia de la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*) cultivada con tres densidades de siembra distintas (5, 10 y 15 langostas/m²), en sistema de jaulas flotantes” (realizado en el cayo Black Mangrove durante el año 2019); pasa a formar parte de una posible solución ante la problemática de la sobrepesca de langostas espinosas; dado que la información que posee este documento, servirá como base o como una experiencia previa al momento de implementar en la región el cultivo de langostas en jaulas flotantes; actividad que puede aportar resultados muy positivos tanto para la especie (*P. argus*) como para la economía regional, siendo este, el primer trabajo de este tipo que se realiza con el recurso langosta en la región del caribe de Nicaragua.

1.1 ANTECEDENTES

En el año 2012, en la India, hicieron un estudio experimental titulado "**Efecto de la densidad de población en el crecimiento y la tasa de supervivencia de la langosta espinosa (*Panulirus polyphagus*) en el sistema de cultivo en jaula** o su título original "*Effect of stocking density on growth and survival rate of Spiny Lobster (*Panulirus polyphagus*) in cage culture system*" (Yogesh Solanki, K.L. Jetani, Sajid I. Khan, Anil S.Kotiya, Nayan P. Makawana, Mohd Ashraf Rather, 2012).

La investigación consistió en cultivar langostas espinosas durante 124 días y descubrir el efecto de las diferentes densidades de población en el crecimiento y la supervivencia. Los resultados muestran que el crecimiento máximo se dio en el tratamiento con 20 langostas / jaula con un aumento de peso del 48,95%, seguido de 45,65% y 42,45% en peso en un tratamiento con 10 langostas / jaula y 30 langostas / jaula respectivamente. La supervivencia registrada de 30 langostas / jaula fue del 24.66%, mientras que fue del 21% en 20 langostas / jaula y del 0% en 10 langostas / jaula, esto se vio afectado debido a la baja temperatura durante la temporada de invierno. El FCR máximo registrado durante el experimento fue de 39: 1, 35: 1 en el tratamiento con 30 y 20 de langostas respectivamente.

Entre todos los tratamientos, el mejor crecimiento en términos de SGR registrado fue de 20 langostas / jaula seguidas de 30 langostas / jaula y 10 langostas / jaula.

- En Cuba, realizaron dos experimentos con postlarvas de langosta (*P. argus*), estos organismos fueron capturados del medio natural con colectores pelágicos para la investigación experimental titulada: "**Efecto del tipo de alimento y las densidades en el crecimiento y la supervivencia en postlarvas de Langosta Espinosa (*Panulirus argus*)**", Blanco, Fraga, Tizol & Artiles (2002).

Realizaron un primer ensayo con dos tipos de alimentación; en el segundo experimento, ensayaron tres densidades: 50, 70 y 90 n/m² con ejemplares de peso promedio de 0.26 g, durante 120 días.

El método empleado durante esta investigación fue el siguiente: en tanques plásticos, con capacidad de 100 L y 0.35 n/m² de área, las langostas estuvieron durante 120 días instaladas entre sí, en un sistema de recirculación de agua con filtro biológico, con las mismas condiciones y manejo que el descrito anteriormente para el experimento de alimentación. En cada tanque ubicaron dos refugios contruidos con tubos plásticos de PVC de 16 mm de diámetro y 150 mm de longitud, pegados entre sí, formando una estructura de 100 mm de alto, de manera que cada individuo por tanque tuviera varias cavidades donde instalarse. En la medida de que crecieron las langostas estos fueron sustituidos por refugios con tubos de mayor diámetro.

Los investigadores emplearon tres densidades (50, 70 y 90 n/m²) por tanque, éstas se distribuyeron aleatoriamente con tres réplicas para cada una. Fueron tomados los pesos húmedos iniciales de cada langosta (con valores promedios de 0.26 ± 0.02 g). Cada ejemplar fue secado con papel de filtro antes de ser pesado en una balanza digital de 0.01 g de precisión. Aplicando un análisis de varianza aseguraron que no existieran diferencias entre las medias de los pesos iniciales.

Las langostas fueron alimentadas hasta la saciedad con dos raciones, pellet en el horario de las 9:00 am y Artemia viva a las 4:00 pm los dos primeros meses, el resto del tiempo con dieta peletizada solamente. Diariamente se contaban las mudas y retiraban las muertas. Realizaron muestreos de los pesos a los 60 días y al finalizar el experimento. Aplicando el análisis de varianza, compararon los pesos iniciales y finales para las diferentes densidades y con la prueba del Chi cuadrado, la supervivencia, el IBN y la tasa de muda. Con un análisis de regresión correlacionaron la densidad con el porcentaje de incremento en peso, la supervivencia, el IBN y la tasa de muda.

Los resultados y conclusiones fueron los siguientes: Después de 120 días, las langostas colocadas a una densidad más baja (50 n/m²), tuvieron el mayor incremento del peso promedio y las mayores supervivencias (71%) que las langostas colocadas en densidades de 70 y 90 n/m².

Las tres densidades empleadas difieren significativamente en las tasas de crecimiento al finalizar el experimento. Las postlarvas de *P. argus* tuvieron un buen incremento de peso y supervivencias a 50 n/m², el crecimiento decrece al incrementarse la densidad a 90 n/m². Por lo tanto, recomiendan densidades de 50 n/m² para obtener altas supervivencias y crecimientos eficientes. (Blanco, W., et. al. Fraga, I., Tizol, R., & Artiles, M. A. 2002).

- El crecimiento y la supervivencia de tres tamaños diferentes (post-puerulos, juveniles posteriores al asentamiento y juveniles de asentamiento) de langostas espinosas (*Panulirus cygnus*) capturadas del medio silvestre, fueron examinados a combinaciones de dos densidades de siembra y dos tipos de refugios (un nuevo refugio de malla de plástico rígido o ladrillos) durante un período de 6 meses en el Noreste de Australia, año 2005.

Los resultados obtenidos de esta investigación titulada “Densidad de población y tipo de refugio para el crecimiento y supervivencia óptimos de la langosta occidental *Panulirus cygnus* (George)” (Johnston, D., Melville-Smith, R., Hendriks, B., Maguire, G. B. & Phillips, B.) (2005) (Titulo original “*Stocking density and shelter type for the optimal growth and survival of western rock lobster Panulirus cygnus (George)*”) fueron los siguientes:

Las langostas (post-puéruos 78%, primer año 86%, segundo año 88%) mantenidas a densidades menores (90% - 95%) tuvieron un crecimiento significativamente mayor a diferencia de las que fueron mantenidas a mayores densidades. La supervivencia post-puéruo fue significativamente más alta en tanques con refugios de malla (91.7%) que en refugios de ladrillo (75.8%). Las densidades probadas no afectaron significativamente el crecimiento de la langosta para ninguno de los tamaños.

Este estudio ha demostrado que (*P. cygnus*) es adecuado para la acuicultura en base a la recolección y crianza de puérulos silvestres, ya que esta especie exhibe buena supervivencia a altas densidades (hasta 100 m⁻²) sin efectos adversos sobre el crecimiento, y no muestra problemas de salud relacionados con el cautiverio.

1.2 JUSTIFICACION

Dentro de la Estrategia de Desarrollo del Sector Pesquero y Acuícola en Nicaragua 2017-2021, el Gobierno Central a través del Instituto Nicaragüense de la Pesca y la Acuicultura (INPESCA), en sus lineamientos estratégicos numero 2: Mejoramiento y desarrollo de la Acuicultura y 3: Fomento y Promoción; destaca la “investigación” y el “desarrollo tecnológico para el mejor aprovechamiento de la langosta, las escamas y el camarón” (INPESCA, 2016 pp. 20 y 22). De tal manera que el presente trabajo monográfico titulado **“Evaluación del crecimiento y mortalidad de la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*) con tres densidades de siembra en jaula flotante, en los Cayos Perlas, Municipio de Laguna de Perlas, R.A.C.C.S.”**; tiene la finalidad de producir información científica base que servirá para investigaciones futuras, también como experiencia previa para ejercer la actividad acuícola en la región, dado que la línea de interés de esta investigación es determinar las densidades de siembras óptimas para el cultivo de (*P. argus*).

Con esta investigación no se pretende promover la extracción de langostas de talla ilegal, si no, evaluar una nueva alternativa de aprovechamiento de la langosta espinosa que contribuya directamente al manejo sostenible del recurso y en efecto, al mejoramiento de los índices económicos de los pescadores artesanales de langosta, bajo normativas que el INPESCA considere necesaria al momento de permitir esta actividad. De la misma forma, este trabajo servirá como información complementaria del ensayo investigativo **“Engorde de Langosta Espinosa del Caribe (*Panulirus argus*) en jaulas flotantes en el Refugio de Vida Silvestre Cayos Perlas, Municipio de Laguna de Perlas, R.A.C.C.S.”**, llevado a cabo por el Instituto de Biodiversidad y Estudios Ambientales (IBEA-BICU).

Los beneficiarios directos serán los pescadores artesanales de langostas, gobiernos comunales de la región y los estudiantes; también se beneficiarán de forma indirecta INPESCA, las universidades, empresas pesqueras e instituciones gubernamentales que velan por los recursos naturales.

Es importante destacar que la langosta espinosa (*Panulirus argus*) es la especie que más demanda tiene en el mercado y de la cual dependen económicamente muchas familias costeñas, por ende,

este recurso pesquero ha venido sufriendo una disminución debido a la alta presión pesquera a la que se le ha sido sometida en los últimos años; y aunque el cultivo de langosta en nuestro país aún no es algo que se practica, la acuicultura viene siendo una de las mejores alternativas que se presenta para mantener una estable producción positiva de *P. argus*, por lo tanto, con todo lo antes mencionado hace factible esta investigación.

I.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La extracción ilegal de langostas fuera de talla y su comercialización es uno de los mayores problemas con los que se enfrentan las autoridades que regulan el recurso, esto a su vez afecta al recurso en su medio, por lo tanto, es necesario poder crear una alternativa para que los pescadores artesanales mejoren sus ingresos económicos y puedan sustentar a sus familias de forma legal, buscando respuesta a esa problemática, se considera necesario el desarrollo del engorde de las langosta en cautiverio hasta que lleguen a sus talla legales para su comercialización., pero es de vital importancia poder aprovechar el recurso con densidades óptimas para no sub utilizar el espacio, siendo este otra problemática que se presenta, por lo cual, determinar las densidades óptimas, es uno de los elementos muy importantes en la acuicultura, debido a que esto garantiza que se utilice de manera eficiente el sistema de cultivo (sea este jaula, encierros, estanques, tanques, etc.) que se está utilizando; ya que una densidad por debajo de lo óptimo o por arriba del mismo, significa pérdidas en términos monetarios, en ganancia de peso, mayores mortalidades, entre otros.

Esta investigación tiene como propósito final dar pautas para que el engorde sea una alternativa viable y que resuelva parte de la problemática que se está presentando, por lo cual, la pregunta de investigación planteada es:

¿Existe diferencia significativa en cuanto al crecimiento y mortalidad de *Panulirus argus* cultivado en jaulas flotantes con tres distintas densidades de siembra de 5, 10 y 15 organismos por metro cuadrado?

II. OBJETIVOS

Objetivo General

- ✚ Evaluar el crecimiento y sobrevivencia de la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*) cultivada con tres densidades de siembra distintas (5,10 y 15 langostas/m²), en sistema de jaulas flotantes en el cayo Black Mangrove, Refugio de Vida Silvestre Cayos Perlas, Municipio de Laguna de Perlas, R.A.C.C.S.

Objetivos Específicos

1. Monitorear la Ganancia en Peso (%), el Incremento en Peso (g por día), el Ritmo de Crecimiento Especifico (% peso de cuerpo por día) y la Biomasa de Producción (g) de las langostas.
2. Calcular la sobrevivencia y el Factor de Conversión Alimenticia al finalizar el periodo de estudio.
3. Determinar si existe diferencia significativa en cuanto al crecimiento y sobrevivencia de las langostas en las tres densidades de siembra mediante un Análisis de Varianza (ANOVA).

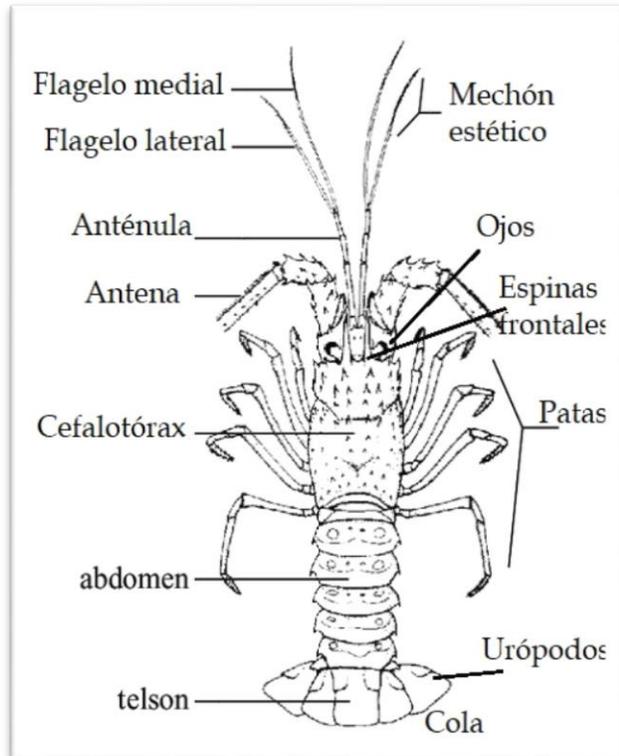
III. MARCO TEÓRICO

3.1. ASPECTOS GENERALES DE LA LANGOSTA

Clasificación Taxonomica Y Morfología de la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*)

Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Subfilo: Crustacea
Clase: Malacostraca
Orden: Decapoda
Suborden: Pleocyemata
Infraorden: Palinura
Familia: Palinuridae
Género: *Panulirus*
Especie: *Panulirus argus* (Latreille 1804)

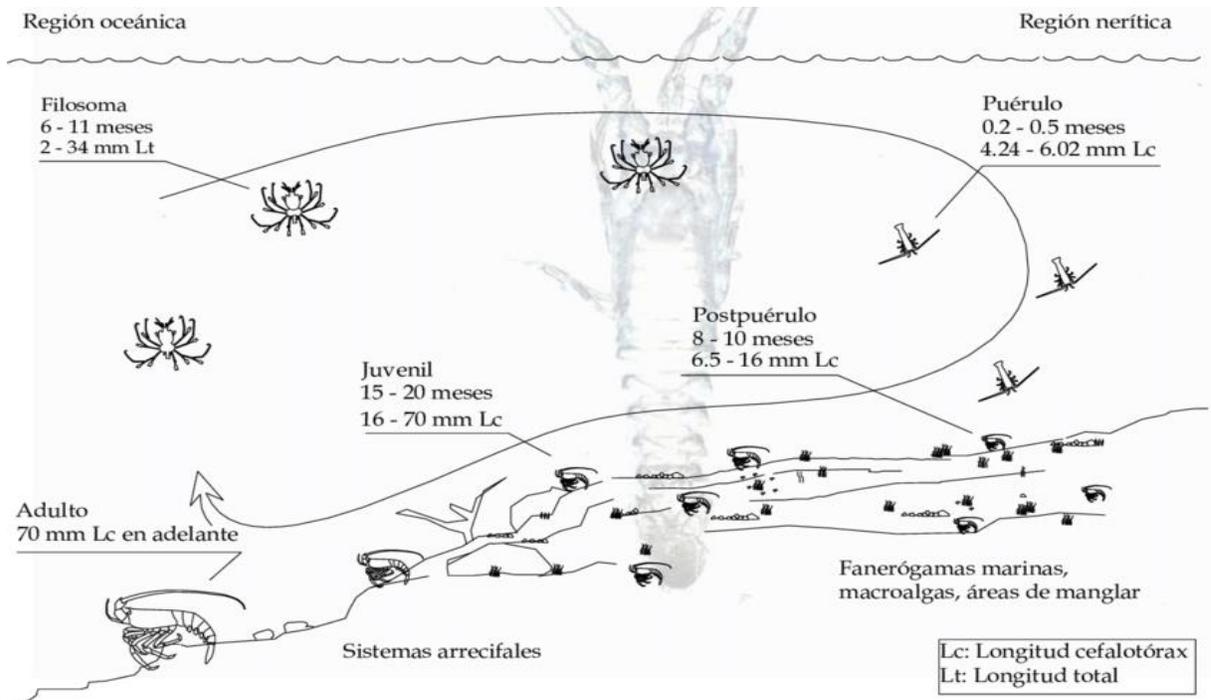
(Butler, M., Cockcroft, A., MacDiarmid, A. & Wahle, R., 2011, pág. 1)



3.2 CICLO DE VIDA

(Modificado por Grünert and Ache (1988). Citado por Derby C, Steullet P, Horner A & Cate H. (2001, Pág.1341)

En términos generales todos los crustáceos son dioicos y presentan durante su ciclo de vida diferentes fases o etapas de desarrollo, en el caso de los palinúridos el desarrollo embrionario se realiza en el huevo, en donde alcanzan un estado de zoea pero que en este caso se les denomina prenaupliosomas (Feliciano, 1956) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pág.24) o naupliosoma (Sekiguchi, 2007) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pág.24), posterior a ello se presentan los estadios, filosoma, el cual es planctónico; puérulo o nisto, el cual es una fase transitoria hacia la fase larvaria y bentónica; post-puérulo, juvenil y adulto los cuales son estrictamente bentónicos (Phillips, 2006) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.25).



Ciclo de vida de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Tomado y modificado de Cruz et al., 1990; Briones et al., 1997). (Citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.27)

En el caso de las langostas espinosas su ciclo de vida, desde el momento en que eclosiona la larva del huevo, hasta que alcanza la talla mínima de reproducción, pueden pasar entre dos y medio a tres años (Phillips and Kittaka, 2000) (Citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.25)

Alcanzada la madurez sexual, las langostas se encaminan hacia zonas cada vez más profundas o hasta alcanzar el borde de la plataforma, durante el trayecto se topan las parejas e inicia el cortejo que finalmente concluye cuando el macho deposita el esperma en el esternón de la hembra, ésta carga se endurece y forma la espermateca. La hembra transporta su carga espermática por unas tres semanas hasta la liberación de los huevos, los cuales son fecundados tras su paso hasta los pleópodos y contacto con el esperma, el cual es liberado por la hembra gracias a la semi-quela que poseen en el quinto par de patas con la cual raspa la espermateca; tres semanas después son liberadas la pequeña filosomas (Cruz et al., 1990). (Citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.25)

¹ Ciclo de vida de la langosta *Panulirus argus*

En éste grupo de crustáceos la fecundidad de la hembra está relacionada directamente con su tamaño, de tal forma que hembras pequeñas pueden llegar a producir entre 100.000 y 500.000 huevos, mientras que hembras de mayor tamaño pueden liberar hasta 2.500.000 huevos. De igual manera ocurre con la frecuencia de postura, una hembra pequeña puede desovar una vez por año, mientras que una de mayor talla puede hacerlo hasta dos veces por año (Briones et al., 1997; Cruz et al., 2001) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.25).

Cumplido el desarrollo embrionario, las naupliosomas salen del huevo y se incorporan al plancton; ayudadas por su fenotipo ya descrito, permanece suspendida en la columna del agua viajando pasivamente con las corrientes oceánicas. Con un fototropismo positivo inicial y de corta duración, se dirigen activamente a aguas superficiales para ser arrastradas por las corrientes marinas mar a adentro; logrado ello, pasan a tener un fototropismo negativo el cual conservan por el resto de su vida planctónica lo cual les permite desplazarse activamente entre los 25 y 100 pies de profundidad. Esta fase planctónica se lleva a cabo a través de 11 estadios larvarios, con una duración estimada entre 6 y 12 meses. La mayor concentración de larvas en áreas cercanas a las costas corresponde a los primeros estadios larvales, mientras que los estadios intermedios se desarrollan en la región oceánica. De igual manera se ha observado que las filosomas próximas a transformarse en puérulos están a mayor profundidad que los estados larvales iniciales y fuera de la plataforma (Olvera y Ordóñez, 1988; Cruz et al., 1990; Kittaka, 1994; Briones et al., 1997). (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.25)

El último estadio larvario localizado aún en la región oceánica, sufre una metamorfosis y se transforma en puérulo para llegar a aguas someras mediante nado activo y ayudado por las corrientes locales, éste asentamiento ocurre durante todo el año; sin embargo, la intensidad del mismo presenta variaciones espaciales y temporales, las cuales obedecen a diversos factores ambientales y ecológicos; por ejemplo, en los períodos de luna nueva y cuarto creciente, se observa la mayor entrada de puérulos (Cruz et al., 1990; Jaimes, et al.) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.25).

Condiciones oceanográficas y calidad del sustrato, son factores que determinan de igual forma los tiempos de permanencia en ésta fase intermedia. Su abundancia y frecuencia de asentamiento está

influenciada, entre otros factores, por la cantidad de hembras que puedan estar aportando post-larvas, que, junto con otras condiciones locales como la morfología de la costa, extensión de la plataforma, la dinámica de las corrientes marinas locales y aportes de aguas continentales, pueden dispersar o concentrar los puérulos (Herrkind, et al., 1994) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.25).

Ubicado en un sustrato adecuado, fondos estructuralmente complejos, los puérulos mudan a post-puérulos en un tiempo estimado de dos semanas. Estos ecosistemas naturales le brindan refugio y una gran oferta de alimento, es decir, la sobrevivencia de los post-puérulos está limitada principalmente por el número de refugios adecuados disponibles y la cantidad de alimento apropiado; éstas áreas, por lo general presentan aguas tranquilas, relativamente cálidas y ligeramente turbias o transparentes, (Gracia y Kensler, 1980; Briones, 1994; Briones et al., 1997) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.26)

Durante los próximos ocho a diez meses después de su asentamiento, las pequeñas langostas alcanzan su fase juvenil, determinada al diferenciarse sexualmente; su comportamiento cambia a gregario en algunas especies y aún se encuentran en aguas poco profundas. Sus principales depredadores son pargos, meros, morenas y algunos crustáceos como jaibas y cangrejos (Cruz et al., 1990; Briones et al., 1997) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.26).

Particularmente las mayores poblaciones de juveniles de langosta espinosa *P. argus* se encuentran en áreas someras hasta los 15 m de profundidad (zonas de cría), con predominio de praderas de fanerógamas marinas, fondos con macroalgas, manglar y pequeños refugios formados por esponjas, rocas, corales y agregaciones de erizos, que ofrezcan protección. En la medida que los juveniles aumentan su tamaño necesitan otros requerimientos alimenticios por lo que se desplazan y ocupan zonas más profundas, fuera de las zonas protegidas, contrarrestando la depredación al aumentar su carácter gregario, evento que es más notorio cuando las langostas alcanzan los 50 mm Lc, de tal forma que en áreas naturales se pueden observar grandes agregaciones de juveniles ocupando un solo refugio. Aproximadamente 10 meses después de la diferenciación sexual, empieza su desplazamiento a las áreas de reclutamiento y entran a las zonas de pesca (prereclutas a la pesquería), (Eggleston and Lipcius, 1992) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.26).

Entre los 29 y 42 meses, después de la eclosión, las langostas alcanzan su madurez sexual con tallas alrededor de los 70 mm Lc y son consideradas adultas. En la medida que los juveniles maduran sexualmente y van creciendo, se dirigen a aguas más profundas, siendo una de las distribuciones verticales más amplias entre los Palinúridos; los adultos se pueden encontrar también en zonas más someras (Cruz *et al.*, 1990; Lozano, 1992; Briones *et al.*, 1997) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.26). La talla máxima reportada en la región Caribe ha sido de 190 mm Lc y según los cálculos, la edad es de unos 14 años (Zetina & Ríos, 2000) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.26).

Al iniciar su etapa como adultos, las langostas espinosas presentan movimientos nomádicos, caracterizados por ser individuales, sin dirección definida, esporádicos y de corta distancia, entre tanto sus movimientos migratorios se caracterizan por ser masivos, con o sin una dirección definida, estacionales y generalmente cubriendo grandes distancias (Cruz *et al.*, 1990) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.26). Los adultos con tallas relativamente grandes presentan un carácter gregario menos evidente, debido al poco riesgo de ser depredados; es por ello que en áreas naturales es más frecuente encontrarlos en refugios independientes. En cuanto al número de langostas en un área determinada se puede decir que la abundancia está controlada por la oferta inicial de reclutas en las áreas de cría, la variación en la cantidad de alimento disponible y la variación en el número de depredadores, así como por factores denso dependientes, es decir, que las áreas con mejores condiciones para soportar juveniles o adultos, serán las primeras en ser ocupadas (Gracia y Kensler, 1980; Aguilar *et al.*, 1993; Lozano, 1994) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.27).

Con frecuencia se observa una proporción macho/hembra de 1:1; sin embargo, la proporción varía de acuerdo a factores fisiológicos y ecológicos como profundidad, búsqueda de alimento y reproducción, encontrando éstas dos últimas relacionadas con la época del año (Briones *et al.*, 1997) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.27).

El crecimiento de la langosta espinosa, al igual que los demás crustáceos, se realiza mediante la ecdisis. Este proceso consiste en la acción de liberarse del viejo exoesqueleto que comprende la cubierta dura externa incluyendo pelos quimiorreceptores, la cubierta quitinosa del esófago y la superficie de las branquias. Liberada del viejo caparazón, la langosta ingesta agua principalmente por vía digestiva produciendo el aumento en su tamaño. Este proceso tan complejo comprende

varias etapas: 1) Una de preparación, que abarca unos 12 días en los cuales se observan, entre otros, regeneración de miembros perdidos y cambios metabólicos; 2) La pérdida del exoesqueleto viejo, que dura unos pocos minutos y 3) El aumento de tamaño y el endurecimiento de la nueva cutícula. La frecuencia de muda disminuye en la medida que el animal aumenta de edad, es decir, el crecimiento es más rápido en estados juveniles y más lento en los adultos (Gracia y Kensler, 1980; Lipcius y Cobb, 1994; Briones et al., 1997) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.27).

3.3 ALIMENTACIÓN

La dieta de las langostas es muy variada; en general son omnívoras oportunistas, lo que significa que aprovechan cualquier fuente de alimento. Sin embargo, mantienen cierta preferencia por los moluscos y crustáceos. Sus depredadores también son variados y cambian según el tamaño de las langostas; por lo general, son peces de gran tamaño, como meros, pargos, tiburón gato y por otro lado las tortugas, de igual manera los pulpos y rayas (Colinas y Briones, 1990; Briones et al., 1997) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.29).

La alimentación de las filosomas se desconoce; sin embargo, en los diferentes ensayos en laboratorio se ha observado el consumo de fitoplancton (*Chaetoseros* spp.), larvas de peces, hidromedusas, tenóforos y nauplios de artemia. Algunos de sus depredadores son el atún, el barrilete y la macarena (Phillips and Sastry, 1980) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.29).

Como la función del puérulo es poder llegar a las zonas de asentamiento en un período relativamente corto, no come durante ésta etapa de transición; pero a la vez les sirve de comida a peces como los bonitos y las albacoras (Cruz et al., 1990) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.29).

La dieta alimenticia de los postpuérulos de langosta espinosa incluye pequeños organismos como crustáceos, moluscos, equinodermos, poliquetos y algas entre otros, el desplazamiento de sus refugios para buscar alimento es limitado y presentan un crecimiento relativamente rápido, sufriendo mudas cada 50 ó 60 días (Lopeztegui y Capetillo, 2006) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.29).

Las langostas adultas a lo largo de su vida bentónica presentan una alimentación nocturna de tipo omnívoro selectivo, aunque de preferencia son carnívoras. Los grupos taxonómicos más comunes en su dieta son crustáceos, moluscos, equinodermos, algas coralinas, esponjas, ascidias y otros menos frecuentes como foraminíferos y briozoarios. Dentro de los depredadores naturales los más comunes son los pargos, meros, morenas, toritos, rayas, tiburón gato, pulpo, pez roca y el cangrejo moro (Colinas y Briones, 1990) (citado por Jaimes Martínez J. C. Pag.29).

3.4 CULTIVO DE LANGOSTA ESPINOSA

3.4.1 CULTIVO DE JUVENILES

Las langostas espinosas son generalmente animales tolerantes y resistentes. Su principal ventaja sobre las langostas con pinzas es que son principalmente comunales y el canibalismo es un problema menor. Los juveniles en crecimiento pueden, por lo tanto, parecer relativamente sencillos y, de hecho, se han alcanzado tasas de crecimiento superiores a las de la naturaleza. Sin embargo, los ensayos de cultivos informados desde nuestra última revisión han revelado problemas, incluidos los altos costos asociados con la captura del puérulo, una incidencia de la enfermedad mayor a la esperada y los altos costos de alimentos e infraestructura. (B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.557).

El potencial para el crecimiento comercial de la langosta espinosa (*Panurilus Argus*), que se produce en el Atlántico norte occidental desde Bermudas hasta Brasil, fue discutido por Ingle & Witham (1968), Ting (1973), Lozano-Alvarez et al. (1981) y Lellis (1991). (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558).

La etapa puerulo no se alimenta (Herrnkind & Butler, 1986) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558). En Florida, en el verano, los puerulos mudan unos 4 días después del asentamiento, pero toman más del doble del tiempo en invierno (Butler y Herrnkind, 1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558); el intervalo de la muda parece no verse afectado por el sustrato. Las langostas de la 'fase algal' post-larvales viven solitariamente en la vegetación, mientras que los juveniles más

viejos, 'post-algal' se agregan en refugios de hendiduras (Childress y Herrnkind, 1996) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558).

Las langostas jóvenes eligen estructuras arquitectónicas de colores oscuros, particularmente cuando estas estructuras son ricas en alimentos (Herrnkind & Butler, 1986) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558), y evitan los hábitats limosos (Herrnkind et al., 1988) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558). Las langostas más viejas prefieren los refugios negros a los de otros colores (Cobb, 1990), y en general ocupan guaridas con una sola abertura (Kanciruk, 1980) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558). Existe, por lo tanto, un cambio general hacia un hábito comunal (aunque no necesariamente fuertemente gregaria) con la edad (Marx y Herrnkind, 1985; Glaholt, 1990) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558), particularmente en condiciones de bajo riesgo de depredación y alta densidad (Eggleston y Lipcius, 1992) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558).

Los juveniles de Florida no toleran temperaturas sostenidas por debajo de 15°C o por encima de 32.2 °C, crecen más rápidamente a 25-27 ° C (Witham, 1973) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558). Para los de Antigua, el crecimiento óptimo es de 29-30 ° C (Lellis & Russell, 1990; Lellis, 1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558), los machos alcanzaron 450 g a 29° C en 12 meses y 1,4 kg en 2 años. Los jóvenes de Cuba cultivados a diferentes temperaturas entre 26 ° C y 29 ° C crecieron más rápidamente a 29 °C, pero la supervivencia fue menor a las temperaturas más altas; el rendimiento máximo fue a 28 ° C (Díaz-Iglesia et al., 1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558).

El puérulo tolera una disminución gradual de la salinidad al 19% y disminución repentina al 25%, pero no a valores más bajos (Witham et al., 1968) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558). Su supervivencia en salinidades distintas al 35%, se reduce considerablemente a temperaturas altas (33 ° C) y bajas (18 ° C) (Field & Butler, 1994) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558). Las salinidades óptimas para langostas más grandes son 32- 36ppt (Buesa, 1979) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558). Los juveniles en la naturaleza toman una dieta diversa, principalmente de invertebrados, pero la dieta cambia con la edad (Mam & Herrnkind, 1985; Cobb, 1990) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558), langostas mayores prefieren crustáceos y

moluscos (Sánchez y Briones Fourzan, 1990; Herrera et al., 1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558).

Sweat (1968), Witham et al. (1968) y Ting (1973) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558) encontraron que los alimentos marinos naturales, en particular los invertebrados vivos, eran los más fácilmente consumidos por los animales cautivos. Los anfípodos y los isópodos estaban entre los mejores alimentos para los muy jóvenes; Las dietas de algas dieron menos crecimiento que el pescado o los mariscos (Coton & Nijean, 1987) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558). Lellis (1990), Lellis & Russell (1990) y Pardee (1992) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.558) encontraron que la *Artemia* sp. fue el mejor, o el único alimento satisfactorio, para los jóvenes de primer estadio. Sin embargo, después de la tercera muda una dieta artificial, BioKyowa Fry Feed-C, fue satisfactorio. Los más jóvenes también sobrevivieron y crecieron mejor con *Artemia*, que, con dos dietas de referencia de crustáceos desarrolladas para langostas con pinzas, la dieta HFX CRD-84 (proteína de cangrejo) y la dieta BML-81s (caseína) (Lellis, 1992) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560); esta última no se ingiere en absoluto.

Lellis (1990, 1992) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560) encontró que las dietas compuestas principalmente de pescado o harina de pescado, o alimento de camarón, dieron como resultado una alta frecuencia de síndrome de muerte por muda (MDS; ver Conklin et al., 1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560).

El índice de conversión de peso seco de los alimentos (peso seco consumido: aumento del peso corporal) fue máximo a 27 ° C (1.46:1) y más bajo a 33 ° C (2.63:1). Brito Pérez y Díaz-Iglesia (1983) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560) informaron una relación de conversión de alimento en peso húmedo (alimento en peso húmedo consumido: aumento en el peso corporal) de 3.97:1 para juveniles a 27 ° C, alimentados con moluscos. En una prueba de un alimento a base de soja (SB), estable a agua, Brown et al. (1995) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560), encontró que las ganancias de peso para langostas de 200-250 g eran más altas y la relación de conversión de alimentos era más baja en aquellas alimentadas con SB más 20% de semillas de lino, SB más 2% de quimioatrayentes, SB más 2% de peces hidrolizados y SB que en langostas

alimentadas con SB más 20% de harina de pescado procesada o SB más 2% de aves de corral hidrolizadas.

Los juveniles criados en comunidad crecen ligeramente más rápido que los individuos aislados, pero la supervivencia y el rendimiento pueden ser similares (Ryther et al., 1988) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560) o incluso mayores (Díaz-Iglesia et al., 1991; Baez Hidalgo et al., 1996) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560) en individuos aislados. El canibalismo puede ser un problema (Ting, 1973), la disponibilidad y el tipo de cobertura que afectan la tasa de crecimiento de la langosta, la supervivencia y la frecuencia del canibalismo (Sweat, 1968) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560).

Los períodos de luz cortos (1 luz: oscuridad de 8:16 h) pueden acortar el ciclo de muda (Quackenbush y Herrnkind, 1983) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560), pero este control de la muda puede no ser posible durante todo el año (Lipcius y Herrnkind, 1987) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560). La captación de oxígeno por post-larvas es mayor en las salinidades bajas (31‰) y altas (40‰) que en las 35‰ más cercanas, y existe una relación lineal entre la absorción de oxígeno y la temperatura entre 19 y 30 ° C (Brito et al., 1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560). El consumo medio de oxígeno a 27 ° C para langostas más grandes (5CL340 g) en reposo es de 0.09-0.12 ml (aproximadamente 0.13-0.17 mg) / g de peso corporal / h) (Maynard, 1960; Buesa, 1979) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560).

Los niveles de oxígeno son letales en algún valor por debajo de aproximadamente 1,95 ml (2,79 mg) / l. El caudal de agua casi saturada (WFR) que proporciona una langosta en reposo con suficiente oxígeno se relaciona con el peso (W) del animal mediante la ecuación $WFR = 19.32W^{0.61}$ (Buesa, 1979) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560). La ablación con observación ocular aumenta la tasa de crecimiento, pero también afecta la absorción de oxígeno durante la muda, puede alterar el comportamiento de alimentación y puede causar cambios en el color externo (Maynard y Sallee, 1970; Quackenbush y Herrnkind, 1981; Brito Pérez y Díaz-Iglesia, 1987a, b; Díaz-Iglesia et al., 1987) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560), aunque la tasa metabólica de las post-larvas ablacionadas es más baja que la de los controles (Brito et al., 1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560).

Parece posible el cultivo en tierra de esta especie desde el puérulo hasta el tamaño comercial (60 mm CL) en aproximadamente 1 año, lo que toma 1.5-2.5 años en la naturaleza (Briones-Fourzan y Lozano-Alvarez, 1994) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560). Se ha intentado el crecimiento en jaulas marinas de juveniles más grandes (Assad et al., 1996) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560), pero no siempre ha tenido éxito: Lozano-Alvarez (1996) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.560) encontró que el confinamiento (con alimentos y refugio) durante más de 45 días dio como resultado un crecimiento reducido y el aumento de la mortalidad, probablemente por el aumento de la actividad diurna con el tiempo, lo que conduce a encuentros agresivos más frecuentes y demostraciones de dominio por parte de algunos individuos sobre los alimentos.

3.5 CONDICIONES PARA EL CRECIMIENTO DE JUVENILES

3.5.1 TEMPERATURA

La temperatura del agua influye fuertemente en el crecimiento de las langostas juveniles, y las relaciones entre ellas, el crecimiento y la tasa de mortalidad son importantes para determinar la viabilidad económica del crecimiento de la langosta. Las tasas de crecimiento varían notablemente entre las especies, las de aguas más cálidas generalmente crecen a la velocidad más rápida. Una amplia gama de temperaturas es tolerada por especies individuales. Las temperaturas por encima de la temperatura ambiente (pero hasta un máximo) generalmente resultan en un crecimiento más rápido, mayor (pero no siempre, por ejemplo, Hooker et al., 1997) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.569) que en la naturaleza. El crecimiento más rápido se debe principalmente a una muda más frecuente que a un mayor incremento de muda.

Las temperaturas pueden no ser aplicables en el rango geográfico de las especies individuales, y pueden variar con la edad. La menor eficiencia de conversión de alimentos, el mayor consumo de alimentos, una mayor actividad y los problemas, como el aumento de la incidencia de enfermedades

o la posibilidad de un fallo en la calidad del agua, pueden anular parcialmente las ganancias de un crecimiento más rápido a temperaturas más altas (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.569).

3.5.2 SALINIDAD

Los palinúridos se limitan principalmente a las aguas oceánicas y casi oceánicas, y generalmente son poikilsmóticos en sus rangos de salinidad tolerada. Los juveniles toleran, al menos durante varios días y según la especie, reducciones graduales de la salinidad a valores sorprendentemente bajos, al menos 20 ppt por debajo de la salinidad oceánica. La salinidad del agua de mar afecta el sabor de la carne de langosta espinosa (Phillips, B. & Kittaka, J.; 2008).

3.5.3 COMIDA

Los alimentos pueden comprender el 50-70% del costo unitario de producción de langostas (Crossland, 1988; Radhakrishnan, 1995; Jeffs & Hooker, en prensa) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.570). Debe tener un alto valor nutricional y ser aceptable para las langostas, disponible todo el año a un costo razonable, y fácil de almacenar y manipular. El culturista debe determinar el nivel de alimentación que optimiza la tasa de crecimiento y la eficiencia de conversión.

Se están desarrollando medidas de condición nutricional para langostas, que se pueden utilizar en estudios de idoneidad de los alimentos. Estos incluyen el contenido de lípidos, proteínas, glucosa y glucógeno, relación longitud / peso e índice de incremento / etapa de muda (Robertson et al., 1996; Jeffs et al., 1999) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.570).

Los invertebrados marinos bentónicos de movimiento lento o sésil son el alimento principal de la mayoría de las langostas espinosas en la naturaleza, estos han sido útiles en ensayos de cultivo. Los alimentos marinos son más aceptados que los terrestres y los crustáceos (particularmente los mejillones) sobre los peces. La especie de langosta espinosa (*Jasus edwardsii*), crecen más rápidamente alimentados por mejillones frescos que con viejos, y los juveniles crecen igual de bien, o mejor, alimentados con mejillones sin abrir, a pesar del costo de energía asociado con la apertura

de los mejillones, lo que a su vez conlleva un menor mantenimiento del tanque. (Phillips, B. & Kittaka, J.; 2008).

La efectividad de un cebo en una pesquería comercial no es necesariamente una indicación de su idoneidad como alimento (Chittleborough, 1974a) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.570). La cantidad de comida consumida varía según el estado de muda y el tamaño (edad) de los animales, y aumenta con la temperatura del agua. Se han sugerido tasas diarias de alimentación para los juveniles medios y tardíos de alrededor de 0.05 kJ / g de peso corporal, 1-1 5% del peso corporal y 3-1 1 g / langosta. (Phillips, B. & Kittaka, J.; 2008, Pag.570).

La etapa de puérulo de la mayoría de las especies parece no alimentarse. La alimentación diaria de los juveniles en exceso (con la eliminación de los alimentos no consumidos) proporciona el crecimiento más rápido. La comida puede ofrecerse al final del día, cuando las langostas se alimentan con mayor frecuencia, a fin de minimizar el tiempo de descomposición de los alimentos. Se han informado relaciones de conversión de alimentos en peso húmedo entre 3,6: 1 y 9: 1, a veces con una conversión más eficiente después de la ablación visual, pero también se han observado eficiencias de conversión mucho menos satisfactorias (hasta 22: 1). (Phillips, B. & Kittaka, J.; 2008, Pag.570).

Las dietas artificiales pueden satisfacer tales necesidades, y pueden ser más confiables y convenientes que los alimentos naturales debido a los menos problemas con la recolección, la variación estacional en la calidad y el almacenamiento y manejo. Aún no se ha desarrollado un alimento artificial adecuado, aunque algunas dietas de camarones y pescado parecen prometedoras. (Phillips, B. & Kittaka, J.; 2008, Pag.570).

Las langostas espinosas requieren una pelet dura que puedan sostener en sus piernas y de la cual puedan desgarrar piezas (Ryther et al., 1988) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.570). Además, las dietas estándar diseñadas para langostas con pinzas (por ejemplo, Conklin, 1980; Castell et al., 1989) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.571), y contra las cuales se puede comparar la utilidad de las nuevas dietas, no han sido todas útiles para langostas espinosas. Los requisitos específicos para una especie pueden no aplicarse a otras, incluso cuando dos especies

están estrechamente relacionadas (Conklin, 1980) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.571). Para que las langostas consuman sustancias químicas, los atrayentes químicos pueden ser desagradables, y los animales capturados en la naturaleza pueden necesitar un período de destete antes de que acepten y prosperen con alimentos artificiales (Lellis, 1992) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.571).

3.5.4 CALIDAD DEL AGUA

El amoníaco representa el 60-100% del total de nitrógeno excretado en crustáceos. Las tasas de excreción aumentan con la alimentación y con el aumento de la temperatura y el peso corporal, pero también pueden verse influidas por el nivel nutricional, los ritmos diurnos, la salinidad, la etapa de muda y la concentración de oxígeno ambiental (Crear y Forteach, 1998) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.571). El amoníaco puede ser tóxico para los crustáceos si se le permite concentrarse demasiado, e incluso a niveles bajos puede inhibir el crecimiento.

La tolerancia al amoníaco aumenta con el desarrollo ontogenético y disminuye a temperaturas más altas y con altos niveles de estrés (Forteach, 1990; Young-Lai et al., 1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.571). En los sistemas de recirculación para (*J. edwardsii*), los niveles de amoníaco total deben estar por debajo de 0,5 mg / l y los niveles de NH₃-N no deben exceder de 0,1 mg / l; los niveles de nitrito deben estar en o por debajo de 1 mg N₂-N / l; los nitratos deben estar por debajo de 100 mg N₃-N / l (pero preferiblemente más bajos para desalentar el crecimiento de epibionts); y el pH debería ser 7.8-8.2 (Forteach, 1990; Harvie, 1993) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.571). Serfling y Ford (1975) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.571) recomiendan que todos los plásticos se usen con precaución hasta que se demuestre que son seguros, ya que algunos pueden causar la mortalidad de la langosta y reducir el crecimiento, especialmente en sistemas de recirculación y a altas temperaturas. Algunos metales son tóxicos, al igual que los contaminantes como los detergentes. (Van Olst et al.) Dan los niveles aceptables de diversos contaminantes. (1980) y Forteach (1990) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.571). La tubería separada de cada tanque es deseable para evitar los efectos hormonales y la transmisión de enfermedades.

3.5.5 OXÍGENO

Las langostas espinosas se han denominado reguladores de oxígeno (Winget, 1969) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572), pero son independientes del oxígeno solo hasta cierta tensión crítica de oxígeno, alrededor del 30% de saturación (Crear y Forteach, 1998) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572). El consumo de oxígeno y el nivel de oxígeno letal dependen del sexo, el peso corporal, el estado de muda, la temperatura del agua, la salinidad, la hora del día y si la langosta se está alimentando o no. (B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572)

Hay menos oxígeno presente en el agua a mayor temperatura y salinidad. Por ejemplo, a 21 °C, (*J. edwardsii*) en reposo requiere un 137% más de oxígeno que a 13 °C, sin embargo, hay una capacidad 16% menor de agua para oxígeno a una temperatura más alta (Crear y Forteach, 1998) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572). Los alimentos blandos, que se rompen rápidamente, y los alimentos no consumidos, también aumentan la demanda de oxígeno biológico. Hay que tener en cuenta la tasa de consumo de oxígeno mucho mayor durante la noche que durante el día. En reposo, los consumos de oxígeno de los juveniles que se encuentran en aguas con temperaturas y salinidades casi naturales varían según las especies, desde aproximadamente 0,02 a 0,17 mg / g de peso corporal / h. (B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572)

El bajo nivel de oxígeno letal parece estar entre 0.5 y 3.0 mg / l, dependiendo de la especie. Los niveles mínimos de oxígeno disuelto recomendados en la literatura están entre el 40% y el 80% de saturación (Crear y Forteach, 1998) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572). Por peso, las langostas más grandes consumen menos oxígeno que las más pequeñas, por lo que pueden mantenerse en densidades más altas. Por ejemplo, un tanque que podría mantener 1 t de 450 g de *P. cygnus* podría mantener 1,3 t de langostas de 2 kg (Crear y Forteach, 1998) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572). Los períodos cortos (días) de inanición no tuvieron efecto en el consumo de oxígeno de *P. argus* (Conceicao et al., 1996) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572). La sobresaturación del agua por aire (principalmente nitrógeno) puede causar la enfermedad de burbujas de gas en crustáceos (Brisson, 1985) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572) y la muerte de langostas. Los niveles de nitrógeno de una saturación del 105% o más pueden ser peligrosos (Forteach, 1990) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572). Los niveles

de saturación dependen de una serie de factores que incluyen la temperatura del agua, la profundidad a partir de la cual se extrae el agua y las oportunidades de arrastre de aire (Wolke et al., 1975) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572).

3.5.6 DENSIDAD DE STOCK

La naturaleza generalmente comunitaria de las langostas espinosas las hace especialmente adecuadas para el cultivo, pero a densidades excesivamente altas, el crecimiento y la supervivencia pueden verse afectados negativamente. No todos los resultados son consistentes, pero las langostas mantenidas aisladas a veces muestran un crecimiento más lento o una supervivencia más baja que cuando están en grupos, y la densidad óptima de la población puede cambiar durante la vida. (B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572)

La densidad en un vivero para juveniles jóvenes puede ser de alrededor de 200 animales / m² (Lee y Wickins, 1992) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572) (pero esto era demasiado alto para *J. edwardsii*). Para una sola capa de juveniles más viejos, se pueden requerir 351 m² de área de tanque para producir 1 t de animales de tamaño comercial; un rendimiento anual total podría ser de 11.4 t / ha. Sin embargo, estas estimaciones de densidad para animales más grandes parecen pesimistas contra las de Rayns (1991) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572) que se dieron anteriormente para *J. edwardsii*, y la estimación de Phillips (1985) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.572) de hasta 25 kg / m² para *P. cygnus*.

3.5.7 ENFERMEDADES

Aunque las langostas silvestres en general son resistentes y robustas, y parecen estar relativamente libres de enfermedades, en cualquier etapa de cultivo puede producirse una infección en cautiverio (ver Stewart, 1980; Provenzano, 1985; Capítulo 3 l) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.573), especialmente cuando el agua recirculado es de mala calidad. Los problemas incluyen la acumulación de crecimientos externos, la infección de las extremidades dañadas, la enfermedad fúngica y el desarrollo de la enfermedad de la cáscara bacteriana, la infección por *Vibrio spp.*, la infestación bacteriana, por nematodos y ciliados de las branquias (Fan et al., 1993; Abraham et al.,

1996; Diggles, 1999) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.573). La dieta, la calidad del agua y el grado de aglomeración pueden afectar la aparición y la gravedad de la enfermedad. La *gaffkemia*, una infección bacteriana a menudo letal de la hemolinfa en langostas con pinzas (Stewart, 1980), parece estar extendida y puede afectar a las langostas espinosas (Steenbergen y Schapiro, 1974) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.573).

3.5.8 OTROS ASPECTOS

En la mayoría de los países, el mantenimiento de langostas más pequeñas que el tamaño legal mínimo, es ilegal, por lo que se requerirán cambios legislativos para permitir el crecimiento comercial. El crecimiento a gran escala implica no solo consideraciones biológicas sino también factores técnicos, por ejemplo, el diseño de instalaciones y el uso eficiente del espacio y el agua. Esto ha sido reportado para las langostas con pinzas, pero no todos estos sistemas serán útiles para langostas espinosas. Srikrishnadhas y Rahman (1993) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.574), Rahman & Srikrishnadhas (1994) y Radhakrishnan (1995) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.574) analizaron los diseños de sistemas de tanques de cultivo de langosta para *Punulirus spp.* Las enfermedades pueden ser un problema, particularmente en sistemas de recirculación de agua y debido a esto, y los altos costos asociados con la cultura costera, las jaulas marinas pueden ser una alternativa útil en algunas situaciones.

El crecimiento en jaulas marinas y en la orilla de juveniles más grandes parece ser económicamente factible, al menos para algunas especies (Srikrishnadhas y Rahman, 1995; Rahman & Srikrishnadhas, 1994; Rahman et al., 1994; Radhakrishnan, 1995) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.574). Los cerramientos son mucho menos costosos que construir estanques o tanques, no necesitan una infraestructura especial o un mantenimiento costoso (Lozano-Alvarez, 1996) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.574) y se pueden mover fácilmente. Sin embargo, para *J. edwardsii* en tanques costeros, Bunter & Westaway (1993) y Jeffs & Hooker (2000) (citado por B.F. Phillips & J. Kittaka. Pag.574) concluyeron que, para ser rentable, tenía que haber costos de infraestructura y operación muy reducidos, así como costos de alimentación y mano de obra más bajos, y menor mortalidad.

3.6 REFUGIO DE VIDA SILVESTRE CAYOS PERLAS

La Situación Geofísica de los Cayos Perlas

La costa caribe de Nicaragua limita con la plataforma continental más grande del Mar Caribe. En el límite con Costa Rica es estrecha, aproximadamente 12 Km., y en el límite con Honduras es la más ancha, unos 200 Km.; la profundidad promedio es de 30 metros. Directamente junto a la costa hay una rampa suave que se llama la Capa Limite Costera (CLC), la cual consiste de agua salobre y turbia por la cantidad de sedimentos terrígenos llevados por los ríos y que corre paralela a la costa hacia el sur. (Mariska Weijerman, 1999)

Mar adentro, después de la CLC, se encuentran áreas planas en aguas de 20-30 metros de profundidad y salientes externos con fondos accidentados donde los arrecifes se elevan. El margen de la plataforma inclina rápidamente hacia una profundidad de 200m, en donde se ha formado un área continua de arrecifes. Además, hay dos zonas principales donde se han desarrollado arrecifes alrededor de las islas: Los Cayos Miskitos en el norte de la costa nicaragüense y en el sur los Cayos Man of War, King Cay, Cayos Perlas, y más alejada de la costa la Isla del Maíz (Corn Island) y la Islita del Maíz (Little Corn Island). Esta investigación se concentra en los Cayos Perlas. (Mariska Weijerman, 1999)

Los Cayos Perlas consiste en 18 cayos bordeados por manglares (*Rhizophora mangle*) y palmas de coco (*Cocus nucifera*), ubicados aproximadamente entre 12 y 24 Km. frente a la comunidad de Set Net Point. (Mariska Weijerman, 1999)

Especies comercialmente importantes encontradas en los Cayos Perlas son langosta (*Panulirus argus*), pargos (*Lutjanus spp.*), caracol (*Strombus gigas*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*). Los pescadores se dedican principalmente a la pesca de langosta y tortuga marina.

Estos islotes, que por siglos han formado parte del patrimonio de las comunidades indígenas del Caribe Nicaragüense, fueron declarados Refugio de Vida Silvestre Cayos Perlas (RVSCP) en el año 2010, como una medida para procurar la conservación de la rica y variada biodiversidad marina existente en esta. (El Nuevo Diario,2013).

3.7 MARCO CONCEPTUAL

- **Monitoreo:** El término monitoreo podría definirse como la acción y efecto de monitorear. Pero otra posible acepción se utilizaría para describir a un proceso mediante el cual se reúne, observa, estudia y emplea información para luego poder realizar un seguimiento de un programa o hecho particular.
- **F.C.A (Factor de conversión alimenticia):** Este es un indicador de cuánto alimento consume un pez para producir cierta cantidad de carne. Este es un valor que entre más cercano a 1 (uno) se encuentre es mejor para el productor.
- **Ganancia en Peso:** Es un valor que indica la ganancia de peso de un animal al día. Se obtiene dividiendo lo que ha crecido un animal entre el tiempo que ha tardado.
- **Incremento en peso:** la acumulación de proteína, grasa y agua en el tiempo. La masa proteica del animal crece en proporción al peso del animal, aún en condiciones variables de alimentación.
- **Biomasa:** Peso vivo o peso total de la materia viva en una superficie determinada. En acuicultura, peso total de los organismos por unidad de área del lugar donde se realiza el cultivo (De la Lanza *et al.*, 1991).
- **Ritmo de crecimiento Específico:** Un término utilizado en la acuicultura para estimar la producción de pescado después de un cierto período. $\ln(\text{peso en la cosecha} - \text{peso en la siembra}) / \text{período de producción} * 100$
- **Sobrevivencia:** es el porcentaje de peces todavía presentes en el estanque al final de un período de tiempo.

- **Oxígeno:** El oxígeno es un componente clave en la respiración celular tanto para la vida acuática como para la vida terrestre. La concentración de oxígeno disuelto (DO) en un ambiente acuático es un indicador importante de la calidad del agua ambiental.
- **Salinidad:** Es el contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua, aunque el término también es válido para referirse al contenido salino en Suelos. Esta característica está definida por el contenido de la sustancia de Cloruro de sodio tanto en suelos como en el agua.
- **pH:** El pH es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia.
- **Temperatura:** es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura).
- **ANOVA:** Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

IV. HIPÒTESIS

H^o: No existe diferencias significativas en el crecimiento y sobrevivencia de las langostas en ninguna de las tres densidades de cultivo.

H^a: Existe diferencias significativas en el crecimiento y sobrevivencia de las langostas, en al menos una de las tres densidades de cultivo.

V. PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Cómo influye la densidad de cultivo en el crecimiento de los organismos en el cultivo de langostas espinosas en sistemas de jaulas flotantes?

¿Presentan diferencia en la Ganancia en Peso (%), el Incremento en Peso (g por día), el Ritmo de Crecimiento Especifico (% peso de cuerpo por día) y la Biomasa de Producción (g) de las langostas según la densidad de cultivo?

¿Existen variaciones en el crecimiento, la sobrevivencia y el Factor de Conversión Alimenticia entre el inicio y al finalizar el periodo de estudio?

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 ÁREA DE LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio fue realizado en el cayo Black Mangrove (Latitud Norte (N): 241752; Longitud Oeste (W): 1381002); este cayo se encuentra ubicado dentro del Refugio de Vida Silvestre Cayos Perlas, Municipio de Laguna de Perlas, R.A.C.C.S.

6.2 TIPO DE ESTUDIO SEGÚN EL ENFOQUE, AMPLITUD O PERÍODO DEL MISMO

Esta es una investigación Cuasi-experimental, con enfoque cuantitativo y de corte longitudinal; dado que se obtendrán datos de la misma población en diferentes momentos, esto con el fin de analizar los cambios de las variables en estudio a través del tiempo.

6.3 POBLACIÓN

La población estuvo conformada por 90 Langostas que utilizamos durante el periodo de estudio.

6.4 MUESTRA

La muestra estuvo conformada por el 23.3% de la población, equivalentes a 7 langostas por cada densidad de siembra, siendo un total de 21 langostas utilizadas por muestreo cada 30 días en un periodo de 3 meses.

6.5 TIPO DE MUESTREO

El tipo de muestreo se caracteriza como un muestreo probabilístico aleatorio simple, porque todas las langostas tienen la misma posibilidad de formar parte de los nuestros..

6.6 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la redacción del estudio fue necesaria la revisión bibliográfica de fuentes primarias y secundarias de origen electrónico (pdfs y libros digitales).

6.7 INSTRUMENTOS

Los instrumentos necesarios para llevar a cabo la investigación son los siguientes:

- ✓ Jaulas
- ✓ Baldes
- ✓ Cepillos de mano
- ✓ Cuchillos
- ✓ Tubos PVC de 3''
- ✓ Guantes
- ✓ Tinas de Almacenamiento
- ✓ Focos
- ✓ Pie de rey
- ✓ Pesa Digital
- ✓ Medidor multiparámetro marca OAKTON
- ✓ Portapapeles plástico con pinza
- ✓ Lapicero
- ✓ Snorkel

6.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este estudio se utilizó un Diseño Completamente al Azar, Cuasiexperimental. Con tres densidades de siembra con tres replicas cada uno (5, 10 y 15 langostas/m²), en jaulas de 1m² con una altura 40 cm.

6.9 TÉCNICA DE RECOLECCION DE DATOS

Los muestreos biométricos de los ejemplares se realizaron de forma mensual, en un periodo de 90 días (tres meses), tomando las siguientes medidas una vez por mes (tres muestreos):

- **Longitud del Cefalotórax (LC)** con una regla Vernier con precisión de 0.01 mm medido desde la base de las anténulas hasta el extremo distal del cefalotórax medido en línea recta.
- **Longitud Total (LT)** medida desde la base de las anténulas hasta el final del telson.

- **Peso de los organismos (BW)**, el cual se tomará con una balanza electrónica con precisión de 0.01 g.

Para determinar la ganancia en peso (%), el incremento en peso (gramos por día), el ritmo de crecimiento específico (SGR) (% peso del cuerpo por día), la biomasa producida (gramos), la sobrevivencia (SV %) y el factor de conversión alimenticia (F.C.A.); fue necesaria la aplicación de fórmulas matemáticas que nos permitan obtener los datos; tales fórmulas serán detalladas a continuación:

$$\text{Ganancia en Peso} = \frac{\text{promedio del peso final} - \text{promedio del peso inicial} \times 100}{\text{Promedio del peso inicial}}$$

$$\text{Incremento en Peso} = \frac{(\text{promedio del peso final} - \text{promedio del peso inicial})}{\text{N}^\circ \text{ de días}}$$

$$\text{SGR} = \frac{(\ln \text{ promedio del peso final} - \ln \text{ promedio del peso inicial}) \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de días}}$$

$$\text{Biomasa Producida} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

$$\text{Sobrevivencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de langostas vivas}}{\text{N}^\circ \text{ de langostas sembradas}} \times 100$$

$$\text{F.C.A.} = \frac{\text{Alimento suministrado kg (periodo determinado)}}{\text{Biomasa ganada kg (periodo determinado)}}$$

6.10 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos fueron procesados en el programa estadístico InfoStat versión estudiantil. Todas las variables han sido evaluadas para comprobar la normalidad y homogeneidad de varianzas, con la aplicación de las pruebas de Análisis de Varianza (ANOVA).

6.11 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES, DEFINICION OPERACIONAL
Densidad	Número de organismos colocados en cada jaula.	5 langostas/m ²	Juvenil
		10 langostas/m ²	Sub adulto
		15 langostas/m ²	
Crecimiento	Aumento en longitud de cola y cefalotórax.	Centímetros	Talla no comercial
			Talla comercial
Ganancia en Peso (%)	Incremento total en la masa corporal.	Porcentaje	Constante
			Mínima (<0.1)
			En pausa
Incremento en Peso (g por día)	Aumento diario de la masa corporal.	Gramos	Constante
			Mínima (<0.1)
			En pausa
Ritmo de Crecimiento Especifico (% peso del cuerpo por día)	Aumento del peso diario del organismo expresado en porcentaje.	Porcentaje	Constante
			Mínima (<0.1)
			En pausa
Biomasa de Producción (g)	Peso total de la materia viva en cultivo.	Gramos	Constante
			Mínima (<0.1)
			En pausa
Factor de Conversión Alimenticia	Es la relación entre la cantidad de alimento (kg. o lb.), que se necesita para producir un kilo o libra de carne.	Valores numéricos	>5 Alto
			<3.5 Optimo
			=3.6-4.9 Aceptable

VII. RESULTADOS Y ANALISIS

7.1 MUESTREOS BIOMÉTRICOS

En la Tabla 2, se reflejan los datos y resultados obtenidos durante el periodo de siembra de noviembre del 2019 a febrero del 2020 (noventa días) de langostas en estado sub-adultas.

Tabla 2. Resultados biométricos de las langostas durante 90 días de cultivo.

Indicadores	Densidad 5	Densidad 10	Densidad 15
Longitud Cefalotórax Inicial (mm)	75 ± 2	75,3 ± 2,5	76,5 ± 2,4
Longitud Cefalotórax Final (mm)	79,1 ± 1,9	77,9 ± 2,3	79 ± 2
Longitud Total Inicial (mm)	207,4 ± 7,2	207,6 ± 5	210,4 ± 5,2
Longitud Total Final (mm)	215,7 ± 6,4	213,1 ± 5,8	213 ± 6
Peso Promedio Inicial (g)*	383 ± 30,9	384,6 ± 33,8	393,9 ± 31,7
Peso Promedio Final (g)*	444,2 ± 40	418,6 ± 27,2	426,6 ± 25,9
Incremento en Peso (g)	0,69	0,38	0,36
Ganancia en Peso (%)	16,3	9	8,3
S.G.R. (%)	0,17	0,09	0,09
Sobrevivencia (%)	93,3	86,6	86,6
Biomasa (Kg)	6,2	10,9	16,7

7.1.1 Crecimiento

Jaula con densidad de 5:

Las langostas fueron cultivadas con una Longitud de Cefalotórax (LC) promedio de 75 ± 2 mm, alcanzaron una LC promedio final de 79,1 ± 1,9 mm logrando un aumento de LC promedio de 4.1 mm. La Longitud Total (LT) Inicial promedio de las langostas era de 207,4 ± 7,2 mm, la LT final promedio de 215,7 ± 6,4 mm y alcanzaron un incremento de LT promedio de 8.3 mm.

El Peso Promedio Inicial de las langostas era de 383 ± 30,9 gr, al finalizar el estudio, tenían un Peso Promedio Final de 444,2 ± 40, aumentando 61.2 gr. Se obtuvo un Incremento en Peso por día

de 0,69 gr. La ganancia en peso de las langostas cultivadas en densidad de 5, fue del 16.3 % y La Biomasa fue de 6.2 Kg (13.6 lbs) al finalizar el estudio, con una Supervivencia del 93.3% que representan 14 langostas vivas de 15.

Jaula con densidad de 10:

Las langostas cultivadas en jaulas con densidad de 10, tenían una LC Inicial promedio de 75.3 ± 2.5 , al finalizar el periodo de cultivo lograron alcanzar una LC Final promedio de 77.9 ± 2.3 , aumentando 2.6 mm. La LT Inicial promedio fue de 207.6 ± 5 , alcanzando una LT Final promedio de 213.1 ± 5.8 y aumentando 5.5 mm.

El Peso Promedio Inicial era de 384.6 ± 33.8 y el Peso Promedio Final fue de 418.6 ± 27.2 , aumentando 34 gr. Se obtuvo un Incremento en Peso por día de 0.38 gr, Una Ganancia en Peso del 9% y Una Biomasa de 10.9 Kg (23.9 lbs), con una supervivencia del 86.6% que representan 26 langostas vivas de 30.

Jaula con densidad de 15:

En el caso de las langostas cultivadas en densidad de 15 organismos, tenían una LC Inicial de $76,5 \pm 2,4$ y una LC Promedio Final de 79 ± 2 , aumentando 2.5 mm. La LT promedio Inicial era de $210,4 \pm 5,2$, logrando alcanzar una LT Promedio Final de 213 ± 6 , aumentando 2.6 mm.

El Peso Promedio Inicial era de $393,9 \pm 31,7$, alcanzaron un Peso Promedio Final de $426,6 \pm 25,9$ y aumentando así 32,9 gr. Se obtuvo un Incremento en Peso de 0.36 gr, Una Ganancia en Peso del 8.3% y Una Biomasa de 16.7 Kg (36.7 lbs), con una supervivencia del 86.6% que representan 39 langostas vivas de 45.

Haciendo el Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor de los resultados obtenidos con respecto al crecimiento de las langostas en Longitud de Cefalotórax (LC), Tabla 2, se obtuvo diferencia significativa ($P < 0.05$) en el crecimiento de las langostas con un 95% de confiabilidad, con una prueba *post hoc*, *Tukey Test*, se determinó que hubo un mayor crecimiento en las langostas con densidad de $15/m^2$ y el crecimiento del cultivo con densidad de 5 y 10 son similares (ver Tabla 3 y Gráfico 3).

7.1.2 Tabla 3. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crecimiento LC en mm	63	0.10	0.07	3.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	38.60	2	19.30	3.27	0.0447
Densidad de Siembra	38.60	2	19.30	3.27	0.0447
Error	353.62	60	5.89		
Total	392.22	62			

7.1.3 Tabla 4. Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.80049

Error: 5.8937 gl: 60

Densidad de Siembra	Medias	n	E.E.
D10	77.00	21	0.53 A
D5	77.76	21	0.53 A B
D15	78.90	21	0.53 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

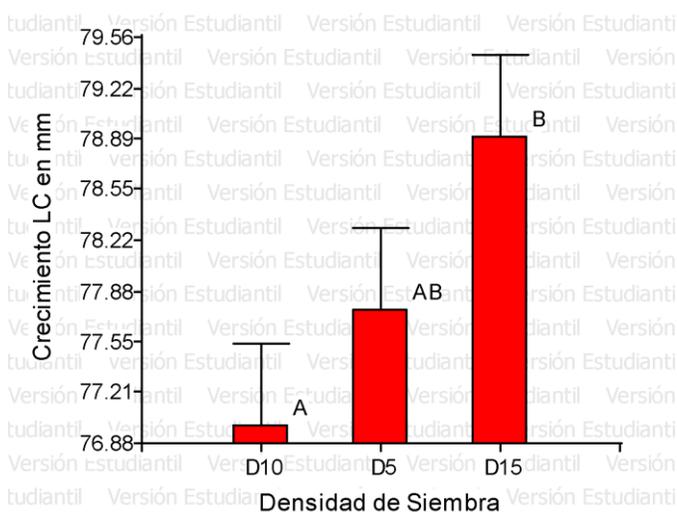


Gráfico 3. Crecimiento de Longitud de Cefalotórax (LC) de las langostas con diferentes densidades de siembra.

Pardee, M.G. & Foster, S.M 1991, realizaron un experimento examinando el efecto de la densidad en el crecimiento y sobrevivencia en *P. argus*, con densidades de siembra de 17.4 langosta/m² y 34.8 langosta/m² durante 63 días obteniendo menor ganancia de peso en tanque con mayores densidades (48 langostas por tanque), 0.40g + 0.14g en comparación con las densidades de 24 langostas por tanque, 0.47g t 0.17, al igual que es este estudio, se obtuvieron mayores

incrementos de pesos en las bajas densidades; siendo 0.69g, 0.38g y 0.36g respectivamente.

Dahlgren, C.P. & Staine, F. 2007, obtuvieron mayor crecimiento en langostas con mayores densidades de cultivo (8 y 4 langostas por 0.45 m²).

Lozano-Alvarez, Spanier, E, 1997, determinaron que las langostas mayores a 75 mm LC disminuyen significativamente su ritmo de crecimiento en comparación con las langostas menores a 75 mm LC, siendo diferente entre hembras y machos (Hunt & Lyons 1986; Lozano Álvarez et al. 1991). Esto es muy importante tomando en cuenta que las langostas que utilizamos para el estudio fueron mayores a 75 mm, por lo tanto, este proceso pudo haber afectado el crecimiento de las langostas utilizadas.

Matthews, T.R. & K.E. Maxwell, 2007, reportan crecimiento de 63 mm LC en un año, en el segundo año, 109 mm LC y 100mm LC, siendo mayor para los machos. Las langostas mayores a 100 mm LC, el crecimiento promedio fue de 7.8 mm con intervalos de mudas de 118 días, sugiriendo que las langostas mayores mudan 3 veces por año.

Ehrhardt, M.N. 2008, menciona que las langostas jóvenes mudan con mayor frecuencia que las langostas adultas. Ehrhardt, citando a otros autores (Munro, 1974 y Peacock 1974) menciona que los periodos de intermuda de las langostas maduras de *P. argus* varían entre 60 a 90 días y Hunt y Lyons (1986) encontraron que el *P. argus* en Florida el periodo de intermuda varió entre 123.9 a 149.8 días para machos y hembras respectivamente y, para langostas inmaduras el periodo de intermuda varía entre 74.2 and 91.7 días para machos y hembras respectivamente.

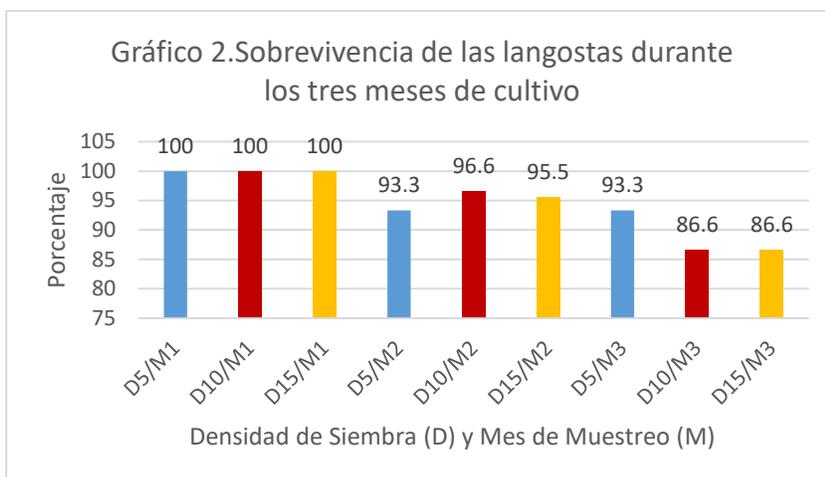
7.2 S.G.R

La S.G.R (Specific Growth Rate) por sus singlas en Ingles, o, Tasa de Crecimiento Específica en la densidad de 5 fue del 0.17%, siendo mayor que en las densidades de 10 y 15 que tuvieron ambas una tasa de crecimiento especifica de 0.09%.

Solanki *et al.* 2012, obtuvo resultados similares de crecimiento en su estudio con *P. polyphgus* donde se realizaron cultivos de langostas con densidades de 10, 20 y 30 individuos, obteniendo una mayor Tasa de Crecimiento Específico en la densidad de 10 en comparación con la densidad de 30, más sin embargo, de forma general obtuvo mayor Incremento en Peso en la densidad de 20, seguido de la densidad 10 y menor ganancia en la densidad de 30 a diferencia del presente estudio en cual observamos mayor Incremento en Peso en la densidad con menor número de langostas (Tabla 1).

7.3 SOBREVIVENCIA

Como se refleja en la Tabla 2 y Gráfico 4, el mayor porcentaje de sobrevivencia se obtuvo en la jaula con densidad de 5 individuos, con un 93.3% (1 langosta muerta durante todo el periodo de cultivo, lo que significa que 14 langostas sobrevivieron de 15, seguido de las densidad de 10 y 15 con el mismo porcentaje de sobrevivencia del 86.6% de langostas (4 muertes y sobrevivieron 26 de 30 en la densidad de 10 y 6 muertes en la densidad de 15, sobreviviendo 39 langostas de 45), a diferencia de los resultados obtenidos por Solanki *et al.* 2012, en su estudio, ya que obtuvo máximo porcentaje de sobrevivencia en las jaulas con densidad de 30



(la de mayor densidad en su caso) con un 24.66%, seguido de las jaulas con densidad de 20 con un 21% y se observó una mortalidad máxima en las jaulas con densidad de 10 con el 0% de sobrevivencia y menciona que se debió a la baja temperatura del agua y las condiciones de estrés prevalecieron durante la temporada de invierno.

Según el análisis estadístico Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor de los resultados obtenidos con respecto al porcentaje de sobrevivencia de las langostas, Tabla 4, no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) en el promedio de la sobrevivencia de las langostas con las densidades de 5, 10 y 15 por m^2 .

Lozano-Alvarez, Spanier, E, 1997, reporta una sobrevivencia de 77.8% y 66.7% durante un periodo de 45 días de cultivo es su estudio sobre comportamiento y crecimiento de la langosta espinosa del caribe *P. argus*.

Matthews, T.R. & K.E. Maxwell, 2007, en su estudio sobre crecimiento y mortalidad de la langosta Espinosa, *P. argus*, en Florida, USA, criadas en laboratorio obtuvieron mortalidades de hasta 98%, 34% y 38%, siendo la causa de la mortalidad al virus patogénico PaV1, pobre nutrición y densidades altas.

Pardee, M.G. & Foster, S.M 1991, en su estudio obtuvieron mortalidades de 28% para las densidades mayores y 22% para el cultivo con menores densidades.

Do Huu Hoang, H. M. S., Kien, N. T., & Bich, N. T. K. (2009), en su experimento de cultivo de langosta *Panulirus ornatus* alimentada con peces de descarte y con mejillón durante 17 meses obtuvieron una sobrevivencia 99% para la langosta con mejillón y 85% de sobrevivencia para las langostas alimentadas con peces de descartes.

Por lo tanto, existe una influencia del alimento sobre la sobrevivencia de las langostas, esto puede afectar a las langostas en este estudio, ya que solo se alimentaron con peces y no se tomó en consideración la parte nutritiva y hubo periodos en donde no se alimentaron por más de 10 días.

7.3.1 Tabla 5. Análisis de la varianza de la Sobrevivencia de las langostas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sobrevivencia %	9	0.02	0.00	6.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.67	2	1.83	0.05	0.9516
Densidad de Siembra	3.67	2	1.83	0.05	0.9516
Error	219.97	6	36.66		
Total	223.64	8			

7.4 FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA F.C.A.

La alimentación de las langostas consistió básicamente de peces de descarte y sardinas. Los valores de F.C.A no se pudieron determinar, debido al mal tiempo en los meses de diciembre 2019 y enero 2020, no se pudo obtener la alimentación y las langostas no se alimentaron por más de 10 días, por lo tanto, no hubo un buen control con la cantidad de alimento proporcionado, ya que después de esos periodos sin alimentación, la alimentación suministrada a las langostas fue *ad libitum*. Esta situación afecta negativamente a la ganancia en peso y crecimiento de las langostas, ya que para sobrevivir las langostas se comían sus patas, en este experimento se encontraron langostas sin sus 5 pares de patas.

Solanki *et al.* 2012, citando a Cox y Davis, 2006, menciona que en experimentos recientes con *P. argus* en Florida, revela que alimentando a las langostas juveniles con almejas, camarones, calamar y ostras con 100% de su peso, una vez al día, incrementa significativamente el crecimiento de las langostas en comparación con una alimentación del 50% del peso corporal.

7.5 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

Los datos de los parámetros físico-químicos recopilados en los muestreos y reflejados en la tabla 6, demuestra que la temperatura del agua se mantuvo entre 28.1 °C y 28.5 °C durante el periodo de cultivo, el oxígeno disuelto estuvo entre 20.7 y 27.7, mientras que la salinidad máxima registrada era de 35.5‰ y la mínima de 34.4‰ y el pH se mantuvo entre 8.2 y 8.6.

Tabla 6. Datos de los parámetros físico-químicos del agua durante el cultivo de langostas espinosas (*Panulirus argus*) en el cayo Black Mangrove, Cayos Perlas, Laguna de Perla.

Mes de muestreo	Salinidad			
	Temperatura (°C)	Oxígeno (mg/L)	‰	pH
Diciembre (primer muestreo)	28.2	20.2	34.4	8.2
Enero (segundo muestreo)	28.1	27.2	35.5	8.6
Febrero (tercer muestreo)	28.5	27.7	34.27	8.2

7.5.1 Temperatura

Phillips, B. & Kittaka, J.; 2008, determinaron que el crecimiento óptimo en juveniles se produce a aproximadamente de 18-20 ° C a 29-30 ° C (para *J. Edwardsii* de Australasia) (*P. argus* de Antigua). Los palinúridos se limitan principalmente a las aguas oceánicas y casi oceánicas, y generalmente son poikilismóticos en sus rangos de salinidad tolerada. Los juveniles toleran, al menos durante varios días y según la especie, reducciones graduales de la salinidad a valores sorprendentemente bajos, al menos 20 mm por debajo de la salinidad oceánica.

Cepeda-Pérez 2005, Menciona que muchos estudios se han realizado para evaluar los factores ambientales que afectan la sobrevivencia y el crecimiento de las langostas juveniles y adultas. El crecimiento máximo que se obtuvieron en tanques fue a una temperatura de 29 a 30 °C, pero la mejor conversión alimenticia se obtuvo a 27 °C (Whitman, 1974; Booth and Kittaka, 2000. Al igual Lellis y Russel 1990, citado por Dahlgren, C.P. & Staine, F. 2007, menciona que la temperatura ideal de mejor crecimiento es de 27 a 30 °C. Diaz-Iglesia et al., 1991, Lellis, 1991; Booth y Kittaka, 2000, dicen que el cultivo de langosta a una temperatura constante de 29 °C puede llegar a tener 450 gramos después de 16 meses, pero los machos crecen más rápidos que las hembras, llegando a 450 gramos en 12 meses y llegar a pesar 1.4 kg en 2 años (citado por Cepeda-Pérez 2005).

En este estudio la temperatura se mantuvo entre 28.1 °C y 28.5 °C durante el periodo de cultivo, por lo que se puede decir que se mantuvo entre los parámetros óptimos determinados por otros estudios.

7.5.2 Oxígeno Disuelto.

Dependiendo de algunos factores ambientales, como baja cantidad de oxígeno disuelto, la mortalidad de la langosta se puede observar en el proceso de muda. De acuerdo con BOOTH & KITTAKA (1994), el consumo de oxígeno y el nivel de oxígeno letal depende del tamaño del cuerpo, etapa, estado de las plántulas, temperatura y salinidad del agua. Según los mismos autores, hay menos oxígeno presente en aguas con altas temperatura y salinidad (Igarashi, 2007).

Igarashi, 2007, menciona que en experimentos con langostas *P. argus* en el Brasil, se observó que la mayoría de langostas pueden vivir en ubicaciones donde las concentraciones de oxígenos del agua son bajas, pero, cuando son expuestos a niveles menores en 3 ppm, puede ocurrir mortalidad, especialmente para langostas que están cambiando el exoesqueleto.

En este estudio las concentraciones de oxígeno disuelto fueron superior a lo que se considera mortales para el crecimiento y sobrevivencia de las mismas (Tabla 6).

7.5.3 Salinidad

De acuerdo con BOOTH & KITTAKA (1994) (citado por Igarashi, 2007), los palinuridos se limitan principalmente al agua oceánico y cerca del océano. Los juveniles toleran al menos durante varios días y de acuerdo con la especie, reducciones graduales en la salinidad hasta 20 ‰, un índice que es más bajo que la salinidad del océano. En sus experimentos con langostas de *P. argus* en Brasil, determinaron que las langostas juveniles se desarrollaron satisfactoriamente en salinidades que oscilaron entre 33 ppt y 36 ppt.

En este estudio las concentraciones de salinidades se encontraron en 34 ppt, siendo esta una condición normal de agua marina (Tabla 6).

7.5.4 pH.

Igarashi, 2007. Uno de los factores que afectan las condiciones fisiológicas de los juveniles puede ser la diferencia de pH del agua del cultivo. Aunque el pH óptimo para *P. argus* juveniles está poco estudiado, parece que el pH de las aguas oceánicas es apropiado para el cultivo de juveniles. En los experimentos realizados con langostas de *P. argus* en Brasil, se observó Rango de pH 7.80 a 8.29, aunque se puede sugerir pH entre 8 y 8, 4. En este estudio los valores de pH se encontraron entre 8.2 a 8.4, siendo esta una condición normal de agua marina, por lo que se considera que no afecto a las langostas.

VIII. CONCLUSIONES

- Basándonos en los resultados de los análisis estadísticos de los datos obtenidos del cultivo de langostas espinosas en jaulas flotantes con 3 densidades de siembra, se rechaza la Hipótesis Nula (H_0) en relación al crecimiento de las langostas, ya que hubo una diferencia significativa ($P < 0.05$) en el crecimiento, obteniendo mayores crecimientos en las langostas con densidades de siembra de 5 y 15/m², pero no hubo ninguna diferencia significativa en relación a la sobrevivencia de las langostas en las tres densidades.
- El cultivo con langostas con altas densidades presenta mejores resultados en cuanto al crecimiento de langostas en cautiverio con porcentajes de sobrevivencia aceptables (mayores al 80%), por lo tanto, el cultivo de langosta en jaulas flotantes se puede realizar con densidades de 15 langostas/m².
- La Ganancia en Peso (%) obtenida en la densidad de 5 langostas/m² fue de 16.3%, para la densidad de 10 y 15 langostas/m² fue de 9% y 8.3% respectivamente. El Incremento en Peso (g por día) para las densidades de 5, 10 y 15 langostas por m² fue de 0.69, 0.38 y 0.36 gramos por día respectivamente. El Ritmo de Crecimiento Especifico (% peso de cuerpo por día) para las densidades de 5, 10 y 15 langostas por m² fue 0.17, 0.09 y 0.09 respectivamente. La Biomasa final para las densidades de 5, 10 y 15 langostas por m² fue de 6.2, 10.9 y 16.7 kg respectivamente.
- Los parámetros físico-químicos del agua (Oxígeno, Temperatura, pH y Salinidad) se encontraron entre los parámetros óptimos para el cultivo de langosta Espinosa del Caribe.

IX. RECOMENDACIONES

A las Universidades

- Promover investigaciones con el cultivo de la langosta espinosa del caribe para mejorar el manejo de cultivo del mismo.
- Realizar investigaciones en donde se lleve mejor control de los parámetros físico y químicos del agua, así como el monitoreo de la sobrevivencia de las langostas.
- Hacer pruebas de cultivo de langostas con jaulas de distintos tamaños y diseños.
- Realizar investigaciones relacionadas a la alimentación de las langostas e innovar en la creación de alimento balanceado y la nutrición de las langostas.
- Repetir esta investigación con la metodología establecida pero que tenga mayor control sobre la alimentación de las langostas y monitorear de manera continua los parámetros fisicoquímicos del agua.
- Repetir esta investigación con la metodología establecida pero que tenga mayor control sobre la alimentación de la langosta y monitorear de manera diaria los parámetros físico-químicos del agua, ya que en esta investigación no fue posible.

A INPESCA

- Dar acompañamiento a las distintas investigaciones que se realicen en relación al cultivo de la langosta en cautiverio.
- Promover acuicultura de langostas en la Región de la Costa Caribe Nicaragüense como alternativa para los pescadores artesanales.
- Crear mecanismos que faciliten la implementación de la acuicultura de langosta.

A Pescadores Artesanales.

- Cuidar el recurso langosta existente en nuestro territorio.
- Respetar los periodos de veda establecidos por las instituciones competentes para garantizar la reproducción y la sostenibilidad del recurso.
- Cuidar los hábitats como los arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares de los cuales depende la langosta para sobrevivir.

X. REFERENCIAS

- Butler, M., Cockcroft, A., MacDiarmid, A. & Wahle, R. 2013. *Panulirus argus*, *Caribbean Spiny Lobster*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T169976A6697254. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-1.RLTS.T169976A6697254.en> . obtenido de: <https://www.iucnredlist.org/species/169976/6697254>
- Charles D. Derby, Pascal Steullet, Amy J. Horner, and Holly S. Cate (2001). *The sensory basis of feeding behaviour in the Caribbean spiny lobster, Panulirus argus*. PDF. Department of Biology and Center for Behavioral Neuroscience, Georgia State University, Atlanta, Georgia 30302-4010, USA. Obtenido de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.411.6490&rep=rep1&type=pdf>
- Jadder Mendoza-Lewis. 2008. *EFICIENCIA PESQUERA DE LA NASA AMIGABLE, EN LAS CAPTURAS ARTESANALES DE LANGOSTA ESPINOSA*. Obtenido de <https://www.camjol.info/index.php/RCI/article/view/582/0>
- Barnutty, R. 2001. Evaluación del estado actual de explotación del recurso langosta del mar Caribe de Nicaragua y cálculo de la cuota biológicamente aceptable para el período biológico junio 2001-mayo 2002. CIPA Agosto 2001.
- B.F. Phillips & J. Kittaka (2000). *Spiny lobsters: Fisheries and culture*. Second edition. United Kingdom: Fishing News Books. Recuperado de: https://books.google.com.ni/books?id=t_3rCMXtggwC&pg=PP2&lpg=PP2&dq=SPINY+LOBSTERS:+FISHERIES+AND+CULTURE+SECOND+EDITION+EDITED+BY+B.F.+PHILLIPS&source=bl&ots=J-yM2EMebv&sig=ACfU3U1oTWa3IbsEQH_nbMQgUy717dJuIA&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjLp4Lr9qDhAhWHuVkkHXz1AwEQ6AEwAnoEAcQAQ#v=onepage&q=SPINY%20LOBSTERS%3A%20FISHERIES%20AND%20CULTURE%20SECOND%20EDITION%20EDITED%20BY%20B.F.%20PHILLIPS&f=false
- Blanco, W., Fraga, I., Tizol, R., & Artilles, M. A. (2002). *Efecto del tipo de alimento y las densidades en el crecimiento y la supervivencia en postlarvas de Langosta Espinosa (Panulirus argus)*. PDF. Centro de investigaciones pesqueras, La Habana (Cuba). Obtenido de: (<http://www.civa2002.org>), 510-517
- Dahlgren, C. P., & Staine, F. R. A. N. C. I. S. (2007). Growth and survival of Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*, raised from puerulus to adult size in captivity.
- Do Huu Hoang, H. M. S., Kien, N. T., & Bich, N. T. K. (2009). Culture of *Panulirus ornatus* lobster fed fish by-catch or co-cultured *Perna viridis* mussel in sea cages in Vietnam. *Spiny lobster aquaculture in the Asia-Pacific region*, 118.

- Cepeda-Pérez, 2005. Possible effects of the spiny lobster mariculture on fisheries and marine ecosystems: literature review and evaluation. USDOC/Caribbean Fishery Management Council, San Juan, Puerto Rico
- Ehrhardt, N. M. (2008). Estimating growth of the Florida spiny lobster, *Panulirus argus*, from molt frequency and size increment data derived from tag and recapture experiments. *Fisheries Research*, 93(3), 332-337.
- Instituto Nicaragüense de la Pesca y la Acuicultura (INPESCA). *La Pesca y el Turismo como Alternativa para el Desarrollo Humano.pdf*. Consultado: Enero, 2019. Recuperado de:
<http://www.inpesca.gob.ni/images/trabajos%202011/La%20Pesca%20y%20el%20Turismo%20como%20Alternativa%20para%20el%20Desarrollo%20Humano.pdf>
- Igarashi, MA (2007). Sinopsis de la situación actual, perspectivas y condiciones de crecimiento de las langostas Palinuridae. *Brazilian Animal Science*, 8 (2), 155-166.
- Jaimes Martínez J. C. (Enero, 2010). *El recurso langosta en Colombia y su cultivo en jaulas flotantes como método alternativo de manejo. Pdf*. (Tesis de Maestría). Universidad de León. Fundación universitaria Iberoamericana. Bogotá-Colombia. Recuperado de:
<https://www.researchgate.net/publication/276267383>
- Johnston, D., Melville-Smith, R., Hendriks, B., Maguire, G. B., & Phillips, B. (2005). *Stocking density and shelter type for the optimal growth and survival of western rock lobster Panulirus cygnus (George)*. PDF. Western Australia. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848606004479>
- Lozano-Alvarez, E., & Spanier, E. (1997). Behaviour and growth of captive spiny lobsters (*Panulirus argus*) under the risk of predation. *Marine and freshwater research*, 48(8), 707-714.
- Matthews, T. R., & Maxwell, K. E. (2007). Growth and mortality of captive Caribbean spiny lobsters, *Panulirus argus*, in Florida, USA.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Acuicultura | FAO) Recuperado de: <http://www.fao.org/aquaculture/es>
<http://www.fao.org/3/y4931b/y4931b0h.htm>
- Phillips, B. & Kittaka, J. (2008). *Spiny lobsters: fisheries and culture*. PDF. Jhon Wiley & Sons. Australia. Pp. 570.
- Solanki, Yogesh & Jetani, K.L. & I. Khan, Sajid & Kotia, Anil & P. Makawana, Nayan & Rather, Ashraf. (2012). *Effect of stocking density on growth and survival rate of Spiny Lobster (Panulirus polyphagus) in cage culture system*. International Journal of Aquatic Science. Vol 3. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/216459173_Effect_of_stocking_density_on_growth_and_survival_rate_of_Spiny_Lobster_Panulirus_polyphagus_in_cage_culture_system

Pardee, M. G., & Foster, S. M. (1999). Culture of young spiny lobster (*Panulirus argus*): effects of density and feed type on growth and survivorship.

Concepto definicion.de Redacción. (Última edición: 18 de julio del 2019). Definición de Monitoreo. Recuperado de: [//concepto definicion.de/monitoreo/](http://concepto definicion.de/monitoreo/). Consultado el 28 de julio del 2020

CONCEPTOS DE CRECIMIENTO APLICADOS A LA PRODUCCIÓN DE CARNE Dr. Oscar N. Di Marco. 2007. Unidad Integrada Balcarce (INTA-FCA Balcarce). http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/19-conceptos_de_crecimiento.pdf

Definición.De <https://definicion.de/temperatura/>

Diccionario porcino https://www.3tres3.com/diccionario-porcino/G/ganancia-media-diaria_120/

EcuRed <https://www.ecured.cu/Salinidad>

Guia Metodologica Para La Formulacion e Implementacion De Planes Locales Para El Desarrollo De La Acuicultura (PLANDAC) En Areas Lagunares Costeras De Mexico. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ac594s/AC594S06.htm>

MONITOREO, MANTENIMIENTO DE REGISTROS, CONTABILIDAD Y MARKETING. Recuperado de: http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709e/x6709e16.htm

Oxigeno disuelto pdf. Recuperado de: https://guemisa.com/articulos/que%20es%20oxigeno_disuelto.pdf

Piscicultura Global. Recuperado de: <https://www.pisciculturaglobal.com/serie-alimento-para-tilapias-calculando/#:~:text=FCA%3A%20Calcular%20alimento%20para%20tilapias.&text=Este%20es%20un%20indicador%20de,es%20mejor%20para%20el%20producto>

Search FishBase <https://www.fishbase.in/search.php>

Significados <https://www.significados.com/ph/>

<https://www.elnuevodiario.com.ni/turismo/282379-cayos-perla-paraiso-caribeno/>

Weijerman, M y Ubeda, A Los Arrecifes de los Cayos Perlas, Nicaragua. Proyecto para el Desarrollo Integral de la Pesca Artesanal en la Región Autónoma Atlántico Sur, Nicaragua (DIPAL II) Noviembre 1999.

XI. ANEXOS

Tabla #7: **Monitoreo del crecimiento y mortalidad** de la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*) con tres densidades de siembra en jaulas flotantes en el cayo Black Mangrove, Refugio de Vida Silvestre Cayos Perlas, Municipio de Laguna de Perlas, R.A.C.C.S

Fecha: _____

Nº de Jaula: _____

No.	Longitud Cefalotórax LC (mm)	Longitud Total LT (mm)	Peso BW (gr)	Observaciones (estado del caparazón, coloración, apéndices, antenas, otros)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				

20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				



Contenedores en donde fueron almacenadas las langostas antes de la siembra en jaulas.
(Fotografía tomada por Ing. Lindolfo Hodgson)



Jaula flotante en proceso de construcción.
(Fotografía tomada por Ing. Lindolfo Hodgson)



Jaula flotante en proceso de construcción.
(Fotografía tomada por Ing. Lindolfo Hodgson)



División de 3 dimensiones en cada jaula para réplicas de densidades.
(Fotografía tomada por Ing. Lindolfo Hodgson)



Langostas en contenedores antes de ser puestas en las jaulas.
(Fotografía tomada por Ing. Lindolfo Hodgson)



Siembra de langostas en jaulas.
(Fotografía tomada por Ing. Lindolfo Hodgson)



Espacio en donde se ubicaron las jaulas.
(Fotografía tomada por Ing. Lindolfo Hodgson)



Manejo de jaula para ser movida a orillas de tierra firme para monitoreo.
(Fotografía tomada por Ing. Lindolfo Hodgson)



Extracción de langostas de jaulas para medición y peso.
(Fotografía tomada por Whitney Aristhomene)



Proceso de monitoreo.
(Fotografía tomada por Whitney Aristhomene)