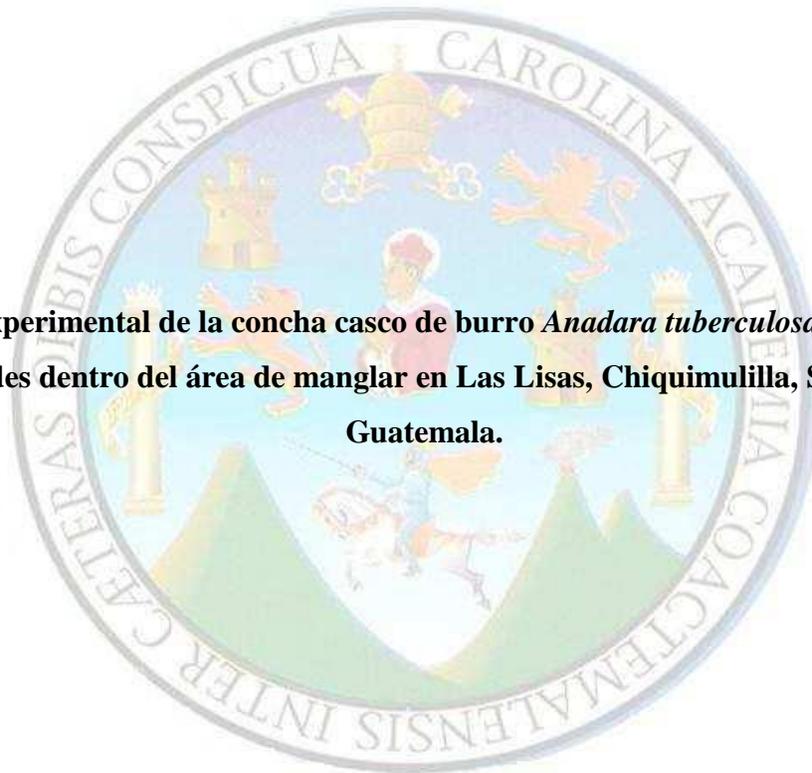


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Cultivo experimental de la concha casco de burro *Anadara tuberculosa* a diferentes densidades dentro del área de manglar en Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala.



Presentado por:

T.A. JORGE DANIEL REYES CANO

Para otorgarle el título de:

LICENCIADO EN ACUICULTURA

Guatemala, Mayo de 2015.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO D ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente	M. Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	M.A. Olga Marina Sánchez Cardona
Representante Docente	M.B.A. Allan Franco de León
Representante Egresados	M. Sc. Adrián Mauricio Castro López
Representante Estudiantil	T.A. Francisco Emanuel Polanco Vásquez
Representante	P.F. María José Mendoza Arzu

AGRADECIMIENTOS

A la gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala por brindarme la oportunidad de expandir mis conocimientos y descubrir el mundo donde vivimos.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por ser mi segundo hogar durante tanto tiempo, lugar que me vio crecer como persona y profesional.

A los catedráticos M.Sc. Leonel Carrillo, M.Sc. Luis Franco, M.Sc. Carolina Marroquín, M.Sc. Manuel Ixquiac, Lic. Sonia Villatoro, Lic. Julio Morales, Lic. Irene Franco, Ing. Pedro Julio García, Lic. Sandra Castañeda, quienes fueron mi guía y mi ejemplo gracias por compartir su conocimiento y sabiduría pero sobre todo su amistad.

A la bibliotecaria Adela Pérez por su apoyo incondicional, siempre con la disposición más desinteresada de ayudar al estudiante.

Al personal administrativo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura Leonel Ramírez, Magda, Clelia, Mynor, Nacho, Roca, Nica, personas que me vieron crecer a lo largo de mis estudios siempre brindando su amistad y apoyo.

A los incondicionales amigos de toda la vida Mario Aguilar, Sofía Morales, Mariabelén Penados, Airam López, Dieter Marroquín, Leonel Paiz, Julio Sánchez, Andrés Ponce, por su amistad, paciencia y sobre todo el cariño de un amigo que se vuelve un hermano más.

A la Asociación de Rescate y Conservación de Vida Silvestre por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de vivir una experiencia que no olvidare.

A Colum Muccio, Walter Recinos, Lucia García, Wilfredy Ávila, Mariachi, Doña Mayra, por su apoyo y amistad durante mi EPS.

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por darme la oportunidad de ser alguien en la vida.

A MIS PADRES

Leonel Reyes y Sonia Cano, mis héroes, mis guías, gracias por darme la vida y apoyarme en todas mis decisiones, por darme su amor y apoyo.

A MIS HERMANOS

Pedro y Mabel Reyes, ejemplos a seguir en la vida, gracias por su apoyo y consejos.

A MI SOBRINO

Josué Calderón por llenar de alegría nuestras vidas con su llegada.

A MIS TIOS

Rosario y Humberto Cano, por su ayuda en mi formación personal y profesional, sus consejos, su cariño y comprensión.

A MIS ABUELOS

Albina Estrada, Joaquín Cano, Raquel González, aunque no estén presentes en mi vida siempre estarán en mi corazón y pensamiento, este también es un logro suyo.

A DARLING HERMOSILLA

El amor de mi vida, gracias por tu apoyo, tus consejos y tu paciencia pero sobre todo tu amor incondicional, eres mi felicidad.

A LA FAMILIA HERMOSILLA CARAZO

Por abrirme las puertas de su hogar, sus corazones y su cariño, gracias por su apoyo

RESUMEN

La especie *Anadara tuberculosa* es un bivalvo de manglar explotado en todo el litoral del Pacífico, la cual posee gran potencial de cultivo, esta ha representado una importante alternativa para el desarrollo socioeconómico en la región de Latinoamérica. Algunos de los limitantes y problemas de la sostenibilidad del recurso en países de Centroamérica y especialmente en Guatemala es la reducción del recurso natural debido a la sobreexplotación de la especie.

Consciente de esta problemática se planteó y ejecutó la presente investigación, en la cual se evaluó el crecimiento y la supervivencia de *Anadara tuberculosa* en un cultivo experimental en el área de manglar de las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa, se empleó una población base de 800 organismos con un tamaño de ± 22 mm y una variación de 0.05 mm de longitud; en parcelas dentro del área de manglar. Se comparó el crecimiento de las conchas tomando la medida en base a la longitud de la concha y la supervivencia en los tres distintos tratamientos del sistema de cultivo.

El período de evaluación fue de 5 meses empezando el 1 de julio y finalizando el 31 de octubre de 2013. Se registraron los parámetros ambientales: salinidad y temperatura, en función de relacionarlos con la variabilidad del crecimiento y la supervivencia. Se tomó de igual manera muestras de agua para la determinación de la disponibilidad de alimento dentro del área de cultivo.

La supervivencia general obtenida fue de un 69% con una mortalidad del 31% relacionada con la excesiva presencia de materia orgánica. Se observó un buen desarrollo a lo largo de los 5 meses a partir del primer muestreo con un crecimiento en relación a la talla de siembra de 23%, en el segundo muestreo de 33%, el tercero un 38%, en el cuarto muestreo un 43% y en el quinto muestreo un 40%.

ABSTRACT

The *Anadara tuberculosa* species is a bivalve from the mangrove exploited in all pacific coast, which has great potential for cultivation, this represent an important alternative for socioeconomic development in the Latin America. Some of the limitations and problems in the extraction of this species in Central America and especially in Guatemala is the reduction of the natural resource due to overexploitation of the species.

Aware of this problem was proposed and executed this investigation, in which the growth and survival of *Anadara tuberculosa* was assessed in an experimental crop in the mangrove area of Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa, was used a base population of 800 organisms with a size of ± 22 mm and a variation of 0.05 mm length in plots within the area of mangrove. We compared the growth of the shells based on the measurement of length of the shell and the survival, in three different treatments in the area of cultivation

The evaluation period was 5 months beginning July 1 and ending on October 31, 2013. The environmental parameters: salinity and temperature were taken in function to relate them with the variability of growth and survival. Water samples for the determination of the availability of food within the growing area were taken.

The overall survival rate obtained was 69% with a mortality of 31% related to the excessive presence of organic matter. We observed a good development in 5 months, from the first sample with a growth in relation to seed size of 23%, in the second sampling of 33%, the third 38%, in the fourth sampling 43% and a 40% in the fifth sampling.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Marco referencial	3
2.2 Marco conceptual	4
2.2.1 Taxonomía	4
2.2.2 Biología general de moluscos bivalvos	5
2.2.3 Desarrollo embrionario y larval	5
2.2.4 Anatomía externa	5
2.2.5 Alimentación	6
2.2.6 Crecimiento	6
2.2.7 Mortalidad	6
2.2.8 Cultivo larval	6
2.2.9 Cultivo de engorda	7
2.2.10 Captación de semilla	7
3. OBJETIVOS	8
3.1 Objetivo general	8
3.2 Objetivos específicos	8
4. HIPÓTESIS	9
5. METODOLOGÍA	10
5.1 Ubicación geográfica	10
5.2 Variables	11
5.2.1 Variable independiente	11
5.2.2 Variables dependientes	11
5.3 Diseño	11
5.3.1 Diseño Estadístico	11
5.3.1.1 Tipo de diseño	11
5.3.1.2 Tratamientos	11
5.3.1.3 Numero de repeticiones	12
5.3.1.4 Unidad experimental	12
5.3.1.5 Tipo de muestreo	12
5.3.1.6 Estimación de la tasa de crecimiento	13

5.3.2 Selección de la muestra	13
5.3.3 Muestreo	14
5.4 Procedimiento	16
5.4.1 Fase I: Elaboración de sistema de cultivo	16
5.4.2 Fase II: Elaboración de parcelas	17
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
6.1 Parámetros físicos del agua	19
6.1.1 Temperatura	19
6.1.2 Salinidad	19
6.2 Crecimiento	20
6.2.1 Longitud	20
6.2.5 Estimación de la tasa de crecimiento mensual por tratamiento	22
6.3 Supervivencia	22
7. CONCLUSIONES	25
8. RECOMENDACIONES	26
9. BIBLIOGRAFÍA	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.1	<i>Anadara tuberculosa</i>	04
Figura No.2	Ubicación geográfica	10
Figura No.3	Diseño experimental	12
Figura No.4	Número de organismos distribuidos por tratamiento	14
Figura No.5	Muestreo del cultivo experimental de <i>A. tuberculosa</i>	15
Figura No.6	Parcelamiento dentro del área de manglar para cultivo experimental	16
Figura No.7	Determinación del área de cultivo	17
Figura No.8	Brechas para la introducción de la malla plastificada	17
Figura No.9	Colocación de postes de soporte	18
Figura No.10	Colocación de malla plastificada	18
Figura No.11	Comparación entre medias de crecimiento de <i>A. tuberculosa</i>	21

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.1	Temperatura durante el ciclo de cultivo de <i>A. tuberculosa</i>	19
Cuadro No.2	Salinidad durante el ciclo de cultivo de <i>A. tuberculosa</i>	20
Cuadro No.3	Análisis de varianza	21
Cuadro No.4	Estimacion de la tasa de crecimiento de <i>A. tuberculosa</i>	22
Cuadro No.5	Análisis de la supervivencia de los tratamientos evaluados	22
Cuadro No.6	Base de datos de indicadores de lluvia del INSIVUMEH	24

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los informes estadísticos publicados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se produjo un aumento de producción de moluscos bivalvos en la región Latinoamericana, mostrando el interés por cultivar dichos organismos entre el sector pesquero industrial, esto posiblemente relacionado con la disminución de la pesca.

Los bivalvos representan el 10 por ciento en cantidad y el 7 por ciento en valor del total de la producción pesquera mundial. La producción mundial de moluscos bivalvos ha aumentado considerablemente en los últimos cincuenta años, pasando de casi un millón de toneladas en 1950 a unos 13.6 millones de toneladas en 2005. China es el principal productor de moluscos bivalvos seguido de Japón, los Estados Unidos de América, la República de Corea, Tailandia, Francia, España, Italia y Chile (FAO, 2008).

La producción acuícola de moluscos bivalvos en América Latina y el Caribe alcanzó aproximadamente 128,500 toneladas lo que representa el 1.07 por ciento del total mundial de la producción acuícola. Chile es el mayor productor en la región seguido por Brasil y Perú. Las principales especies producidas son el mejillón chileno y la concha de abanico. En los recientes años, las exportaciones totales de bivalvos de América Latina y el Caribe fueron 18 500 toneladas (FAO, 2008).

De acuerdo con datos biológicos y económicos, existen oportunidades para el desarrollo de éste sector, principalmente enfocado en las especies nativas presentes en la región. Existe información disponible en la literatura de crecimiento, reproducción y cultivos de varias especies, suministrando una base para programas de cultivos. Además, existe un potencial en los mercados locales, teniendo en cuenta que la pesca artesanal e industrial ha disminuido con los años, teniendo así una alternativa viable en cultivos para la sustitución de productos alimenticios.

La especie *Anadara tuberculosa* es un bivalvo de manglar explotado en todo el litoral del Pacífico, es una especie con grandes posibilidades para el desarrollo pesquero. En su fase

adulta, habita sólo en pantanos de manglares, siempre asociada al mangle rojo *Rhizophora mangle* en la zona intermareal, donde vive casi completamente enterrada en el fango. Se distribuye desde las costas de Baja California hasta Perú (Poutiers 1995).

El desarrollo del cultivo de moluscos posee un gran potencial para contribuir al alivio de la pobreza, en la medida en que contribuye a la seguridad alimentaria de las comunidades como fuente económica de proteína animal saludable, además de generar empleo y fuentes de ingreso alternativas a la pesca de extracción (Rivero, 2009).

Una de las actividades económicas de la región es la pesca artesanal y de autoconsumo, incluyendo moluscos como: caracoles, conchas, ostras, almejas y mejillones, que son empleados para la comercialización y para el autoconsumo. La implementación de un cultivo de *Anadara tuberculosa* representaría una fuente de alimentación e ingresos económicos para los pobladores de la aldea las Lisas en el Pacífico guatemalteco, potenciando así el cultivo de conchas, como una actividad sostenible para la comunidad, debido a que la comercialización de este tipo de cultivo ha probado ser en otros países una forma factible de obtener recursos económicos y alimento de alto valor comercial.

Actualmente Guatemala presenta problemas para el consumo de *Anadara tuberculosa* ya que la sobreexplotación del recurso ha producido el colapso de las poblaciones naturales en el medio, debido a esto existe una reducción del recurso en los alrededores de las comunidades pesqueras y la notable disminución del tamaño de los organismos, lo que conlleva a una dependencia de la importación de semilla y organismos adultos de países vecinos para consumo en el mercado local.

Derivado de esta problemática se ha planteado la presente investigación con el objetivo de buscar una alternativa para la producción de un recurso económicamente viable, de elevado nivel nutricional y alto valor comercial para las regiones costeras de Guatemala.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco referencial

Los antecedentes del cultivo de *Anadara tuberculosa* son escasos y poco espaciados en el tiempo basándose principalmente en el cálculo del crecimiento de esta especie.

En Costa Rica se evaluó la mortalidad donde se compararon valores bajo condiciones naturales y en sistema de cultivo, donde se observó una tasa de mortalidad natural más baja en condiciones de cultivo equivalente a 0.41% (Villalobos y Báez, 1983).

En otra investigación se indicó que el mayor peso de la concha con respecto al peso total, y el aumento de la longitud, sugería la posibilidad de condiciones severas del ambiente: exposición al aire durante la bajamar y la acidez del medio, lo cual es revelador en este sentido (Cruz y Palacios, 1983).

Posteriormente en Costa Rica se realizó una investigación en la cual se estableció que *Anadara tuberculosa* alcanzaba la talla comercial entre los 18 y 24 meses (Martín 1988).

Los estudios que abordan el tema de la reproducción de *A. tuberculosa* en México y Costa Rica revelan que se reproduce de manera continua durante un ciclo anual, tanto de manera silvestre como en cultivo. Para el Pacífico colombiano *A. tuberculosa* se reproduce durante todo el año con la máxima en noviembre y febrero (Borda y Cruz, 2004)

En El Salvador se han realizado varios proyectos modelo sobre cultivo de moluscos y otras actividades económicas en las comunidades de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután y también en la zona costera del Departamento de La Unión. Dentro de dichos proyectos el experto de JICA Satoshi Chikami concluyó que el cultivo de Curiles o conchas *Anadara tuberculosa* puede ser un “Modelo” para transmitir a otras comunidades que posean ciertas características del medio ambiente natural y socioeconómico (CENDEPESCA, 2007).

2.2 Marco conceptual

El cultivo de moluscos bivalvos es un área importante de rápida expansión en la producción de la acuicultura mundial, representando aproximadamente el 20% de la producción con 14 millones de toneladas para el año 2,000 (FAO, 2006).

La mayor parte de esta producción proviene de las captaciones naturales de “semillas”, sin embargo los bancos naturales se están acercando cada vez más a un colapso para la obtención del recurso, en algunos casos ya se ha excedido su rendimiento máximo sostenido. (Illanes 2010)

El mejoramiento de la disponibilidad de los recursos marinos a través de la captación natural y posterior liberación de “semilla” al ambiente, a través de sistemas de cultivo ya sean extensivo o intensivo, es una práctica cada vez más común a nivel mundial pero la seguridad o certeza del reclutamiento (captación) natural de “semillas” es prácticamente imposible garantizarla, existiendo además la presión y los conflictos derivados del uso de la zona costera (Helm et al. 2006).

2.2.1 Taxonomía

Los bivalvos pertenecen al Phylum Mollusca, que incluye varios animales como los chitones, abulones, caracoles, cefalópodos, almejas, ostras, choritos y ostiones. El Phylum posee siete clases de las cuales una son los lamelibranquios o Bivalvos. (Figura No. 1).



Reino: *Animalia*

Filo: *Mollusca*

Clase: *Bivalvia*

Orden: *Arcoida, Prionodonta o Eutaxodonta*

Familia: *Arcidae*

Nombre científico: *Anadara tuberculosa* (sowerby, 1833)

Nombre Común: Piangua (Costa Rica); concha negra (Nicaragua); curil, concha negra (El Salvador); chucheca, concha prieta (Panamá); concha de burro (Guatemala) (García, 1999).

Figura No.1 *Anadara tuberculosa*. (Natural Museum History, 2002).

2.2.2 Biología general de moluscos bivalvos

Anadara tuberculosa presenta una concha grande, equivalva, de forma oblicuamente ovalada; con el margen dorsal angulado. Escultura con 34 a 37 costillas radiales, con nudos dispersos principalmente sobre el lado anterior. Umbos anchos, frecuentemente erosionados. La concha es blanca cubierta por un periostraco café negruzco provisto de finas cerdas entre la costillas. Cara interna blanca, con un tono rosado debajo de la charnela; borde crenulado (Mora 1990).

Estos animales son comprimidos lateralmente, encerrados por la concha que se compone de 2 valvas unidas por una especie de bisagra llamada “charnela”. Las branquias o “ctenidios” de estos animales son bien desarrolladas y especializadas en la respiración y la alimentación (Helm et al. 2006).

Son organismos dioicos (presenta sexos separados), los organismos hermafroditas son extremadamente raros (Poma, 1981).

2.2.3 Desarrollo embrionario y larval

Es una especie gonocórica, con un ciclo reproductivo continuo (Cruz, 1984). Sus gónadas empiezan a madurar a los 32 mm (Squires et al., 1975).

El desarrollo de la gónada está determinado por una serie de factores que aunque tienen diferente origen, actúan de modo simultáneo, dichos factores son endógenos, si se originan en los individuos a través de características propias de la especie (como el control endocrino) y exógenos, si tienen su origen en las características físicas y químicas propias del ambiente que les rodea (Arsenault y Himmelman, 1998). Los factores exógenos, junto con las características genotípicas propias de la especie, determinan el ciclo reproductivo del organismo, lo que da como resultado un patrón particular de reproducción, en el que se regulan la duración, intensidad y frecuencia del mismo, de modo que los individuos presentan un patrón característico del ciclo reproductivo (Rose *et al.*, 1990).

2.2.4 Anatomía externa

El rasgo más destacado de los bivalvos es la existencia de dos valvas de igual o diferente tamaño y que pueden o no cerrarse completamente sobre las partes blandas del interior. Tienen

un sin fin de formas y colores según la especie de la que se trate. Las valvas están formadas principalmente de carbonato cálcico y poseen tres capas; la capa interna o nacarada, la capa intermedia o brillante que forma la totalidad de la concha, y la capa externa o periostraco, una capa pardusca y áspera que los animales más viejos suelen perder debido a la abrasión o al desgaste (FAO, 2006).

2.2.5 Alimentación

Los bivalvos son filtradores y se alimentan principalmente de fitoplancton, aunque otras fuentes de alimentación pueden ser importantes como partículas finas de material orgánico (detritus) junto con bacterias asociadas y también material orgánico disuelto. Los ctenidios o branquias están bien desarrolladas y tienen un doble propósito, para la alimentación y la respiración (Coronel 1994, Illanes 2010).

2.2.6 Crecimiento

El crecimiento de juveniles y adultos es variable y depende de las especies, su distribución geográfica, ambiente y carga genética. Incluso puede variar de un año a otro. Se puede medir por incremento en tamaño de la concha, incremento del peso de las partes blandas o una combinación de estos factores. En acuicultura lo más importante es el tiempo en alcanzar el tamaño comercial o de mercado lo más rápido posible (Illanes 2010).

2.2.7 Mortalidad

Las mortalidades pueden ocurrir por varias causas que pueden ser de origen ambiental o biológico. El tema es amplio para detallar pero en las producciones en hatchery es importante tener en consideración lo siguiente: i) el ambiente puede causar severas mortalidades (T° , contaminación, O_2); ii) Predación; iii) Parásitos y enfermedades (Illanes, 2010).

2.2.8 Cultivo larval

Este tipo de cultivo requiere de condiciones apropiadas de alimentación y nutrición que permitan la emisión de gametos abundantes y viables por parte de los reproductores, la producción de una progenie larvaria de alta supervivencia con alta competencia en el proceso de metamorfosis, y la obtención final de juveniles con alta tasa de crecimiento y alta

supervivencia. Todas estas fases se realizan bajo condiciones controladas de laboratorio y el alimento suele ser en base a una o más especies de microalgas (Uriarte, 2001).

2.2.9 Cultivo de engorda

Este tipo de cultivo se puede iniciar a partir de semillas capturadas en colectores y provenientes de poblaciones naturales o, alternativamente, a partir de juveniles producidos bajo condiciones controladas de cultivo; en cualquiera de ambos casos el cultivo se prolonga en el mar hasta alcanzar el tamaño comercial. Este tipo de cultivo se realiza en sistemas extensivos por lo que los estudios nutricionales o de alimentación no son relevantes, y la capacidad de carga de los ecosistemas en que se realiza la engorda pasa a tener una alta relevancia ya que de ello depende la tasa de crecimiento, supervivencia, acumulación de reservas energéticas y composición bioquímica de los tejidos (Meliá, 2005).

2.2.10 Captación de semilla

Existen diferentes prácticas para obtener semilla de moluscos una de ellas es la colocación de colectores artificiales los cuales son artes que se componen de dos partes principales el contenedor que funciona como una bolsa o empaque y regularmente es un medio de protección de la semilla y el substrato el cual es una superficie atractiva a las larvas de moluscos bivalvos que se desea atraer. El funcionamiento de un colector permite proveer la mayor superficie de substrato libre que favorezca el reclutamiento de los juveniles dentro del empaque (García y Cabrera, 1990).

Sin embargo para obtener la fijación de una o varias especies deseadas es necesario ofrecer el tipo correcto de colector e instalarlo bajo ciertos procedimientos específicos. Estos se definen en base a variables importantes como el tiempo y profundidad de inmersión, época de desove de la especie deseada además de la estructura y la composición de los colectores artificiales (Monteforte y García, 1994).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de diferentes densidades de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* en el área de manglar del Canal de Chiquimulilla, Las Lisas.

3.2 Objetivos específicos:

- Establecer la densidad de siembra para el cultivo de *Anadara tuberculosa* en el área de manglar del Canal de Chiquimulilla, Las Lisas.
- Determinar la supervivencia para el cultivo de *Anadara tuberculosa* en el área de manglar del Canal de Chiquimulilla.
- Estimar la tasa de crecimiento para el cultivo experimental de *Anadara tuberculosa* en el área de manglar del Canal de Chiquimulilla.

4. HIPÓTESIS

4.1 Ho: La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* no afecta el crecimiento de longitud de dicha especie.

4.2 Ha: La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* si afecta el crecimiento de longitud de dicha especie.

4.3 Ho: La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* no afecta la supervivencia.

4.4 Ha: La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* si afecta la supervivencia.

5. METODOLOGÍA

5.1 Ubicación geográfica

La aldea las Lisas está ubicada en el municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, en la costa pacífica del sur oriente de Guatemala, esta se encuentra en las coordenadas 13° 48 '15" latitud y 90° 15 '48" longitud a una altura de 6 metros sobre el nivel del mar. (Figura No. 2). Posee un área aproximada de 4.5 km². (Escalante, 2013)

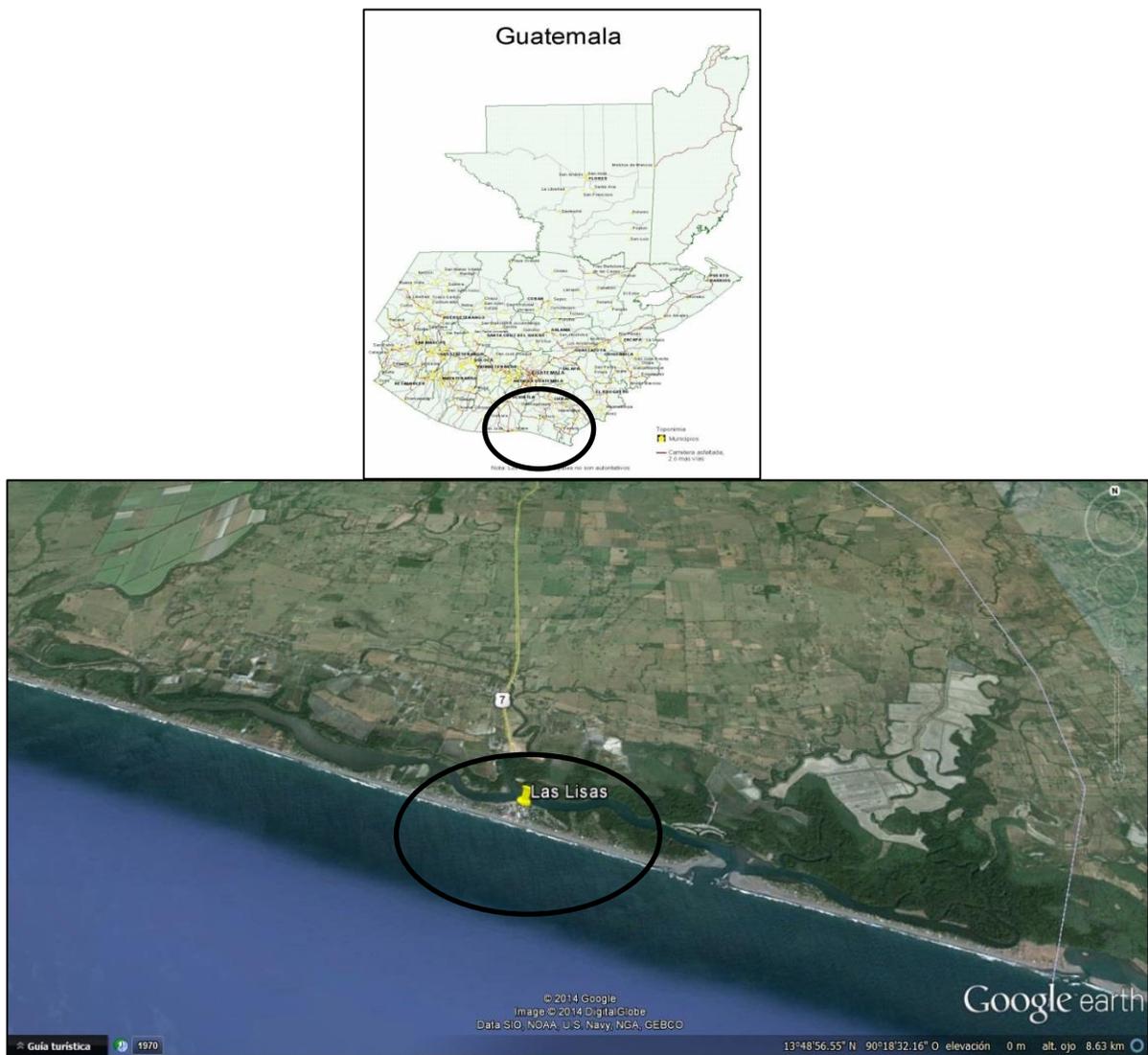


Figura No. 2 Ubicación geográfica Aldea Las Lisas.
(Google Earth, 2013).

5.2 Variables

5.2.1 Variable Independiente

Densidades de Siembra

5.2.2 Variables Dependientes

Variabes	Indicadores
Supervivencia	%
Tasa de crecimiento	Centímetros por mes

5.3 Diseño

5.3.1 Diseño Estadístico

5.3.1.1 Tipo de diseño:

Se utilizó un diseño completamente al azar para la evaluación de la densidad de siembra, conformado por submuestreos con reposición para cada uno de los tratamientos, ya que este diseño consistió en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales, se utilizó unidades lo más homogéneas posibles disminuyendo así la magnitud del error experimental, ocasionado por la variación intrínseca de las unidades en evaluación, es decir, situaciones sometidas a condiciones ambientales que rodearon al experimento.

5.3.1.2 Tratamientos:

Para el modelo experimental utilizado en esta investigación se evaluaron 3 tratamientos con 4 repeticiones por cada tratamiento, donde cada uno de estos represento una densidad de siembra, dónde:

T1 = Tratamiento 1 (densidad) = $5 \text{ org/m}^2 = 33$ organismos por parcela experimental

T2 = Tratamiento 2 (densidad) = $10 \text{ org/m}^2 = 66$ organismos por parcela experimental

T3 = Tratamiento 3 (densidad) = $15 \text{ org/m}^2 = 100$ organismos por parcela experimental

5.3.1.3 Número de repeticiones:

Con el objetivo de eliminar el error experimental y determinar si las diferencias observadas en los datos fueron estadísticamente significativas, se utilizó un diseño experimental de 3 tratamientos con 4 réplicas, esto incrementó la precisión por medio de la reducción de errores estándar.

5.3.1.4 Unidad experimental:

El diseño evaluado consiste en un área de 5 m ancho por 20 m largo, dando un total de 100 m², cada repetición tiene un área de 10 m² y el área de siembra por tratamiento consto de 1.33 m², donde la densidad de siembra por m² varió según el tratamiento (Figura No. 3).

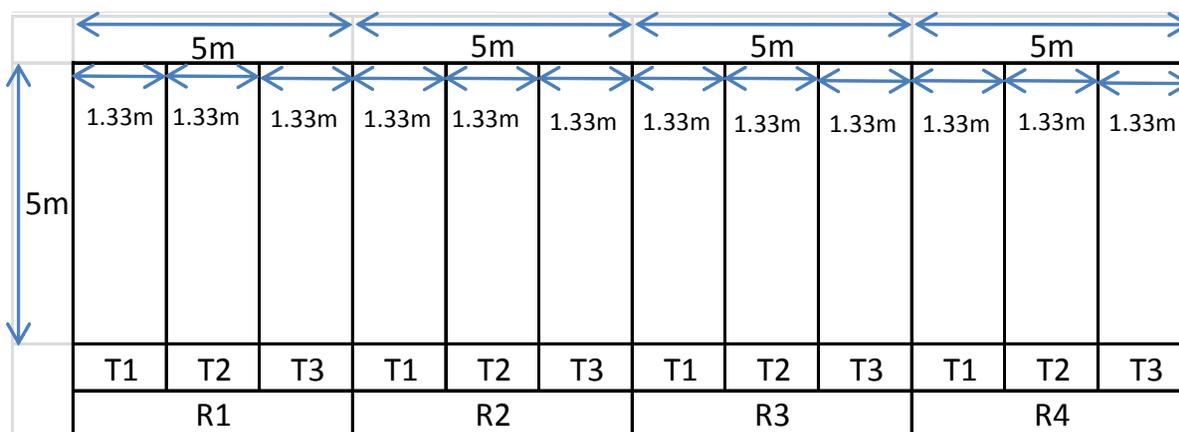


Figura No.3 Diseño experimental de cultivo de *Anadara tuberculosa*. (Trabajo de campo, 2013)

5.3.1.5 Tipo de muestreo:

El tamaño de la muestra fue determinado por la formula $n = \frac{N * z^2 * pq}{e^2(N-1) + z^2 pq}$, para poblaciones finitas, dónde:

- n = Tamaño de la muestra
- Z = Nivel de confianza
- N = Tamaño de la población
- e = Precisión o el error
- p = Probabilidad a favor
- q = Probabilidad en contra

El análisis estadístico se realizó por medio del programa informático, MEGAESTAT para realizar un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía.

Por medio de este análisis se evaluó si existía diferencia entre los promedios para los diferentes valores de las variables nominales.

Para las pruebas no paramétricas como el caso de la tasa de supervivencia se empleó la prueba χ^2 de Pearson dado por la fórmula $\chi^2 = \sum_1^n \left(\frac{\text{Valor observado} - \text{Valor esperado}}{\text{Desviación estándar}} \right)^2$, donde: Si el acuerdo es bueno χ^2 es del orden de n, Si el acuerdo es malo χ^2 es mucho mayor que n

Con el fin de aceptar o rechazar la Ho: La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* no afecta la supervivencia o Ha: La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* si afecta la supervivencia.

5.3.1.6 Estimación de la tasa de crecimiento

Para calcular la tasa de crecimiento mensual de los organismos en los tres tratamientos propuestos del sistema de cultivo, se empleó la ecuación: $K = (Tf - Ti)/t$, mostrando cual es el crecimiento mensual de los organismos. Siendo:

K= tasa de crecimiento mensual

Tf = Longitud promedio final

Ti = Longitud promedio inicial

t= Tiempo

5.3.2 Selección de la muestra

Los organismos utilizados para la investigación fueron obtenidos por medio de la extracción de las poblaciones de los bancos naturales de la región. El procedimiento realizado fue:

La captación de semilla se realizó en el medio natural de los bancos existentes en el área de manglar de las Lisas, donde se colectaron organismos de ± 20 mm de longitud con una variación de 0.5 mm, de forma manual.

Posterior a la colecta y utilizando un Vernier se tomaron las medidas de longitud de cada uno de los organismos para obtener los datos de la población inicial.

Se distribuyeron los organismos recolectados dentro de cada tratamiento, siendo estos T1 = 33 organismos (5 org/m²), T2 = 66 organismos (10 org/m²), T3 = 100 organismos (15 org/m²), para un total de 800 organismos que representaron el universo de estudio. (Figura No. 4).

100	66	33	100	66	33	100	66	33	100	66	33
T1	T2	T3									
R1			R2			R3			R4		

Figura No.4 Número de organismos distribuidos por tratamiento en su repetición correspondiente. (Trabajo de campo, 2013)

5.3.3 Muestreo

Para el control de crecimiento de los organismos, los muestreos fueron realizados una vez cada 30 días. En cada monitoreo se midieron 23 organismos al azar de cada parcela, muestreando 276 organismos por mes, utilizando un Vernier se midió la longitud de la concha en centímetros. (Figura No. 5). Luego los organismos fueron sumergidos en agua del canal para una ligera limpieza y poder observar si tenían algún parásito o problema.

Los datos obtenidos fueron registrados en las hojas de monitoreo, posteriormente se trasladaron a hojas electrónicas para su análisis estadístico final.



Figura No. 5 Muestreo del cultivo experimental de *A. tuberculosa*. (Trabajo de campo, 2013)

5.3.3.1 Para la medición de los parámetros físicos y biológicos:

Los evaluados en esta fase fueron la temperatura, salinidad y disponibilidad de alimento en el medio.

El monitoreo se realizó mensualmente, utilizando un refractómetro para medir la salinidad, un termómetro de mercurio para la temperatura. La toma de estos parámetros fue realizada dentro del área de cultivo.

Para la medición de alimento disponible se tomó una muestra de agua con un volumen de 600 ml, para su análisis y evaluación en el laboratorio de Investigación Aplicada del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.4 Procedimiento

5.4.1 Fase I: Elaboración de sistema de cultivo

Para este modelo se seleccionó un lugar dentro de la zona de manglar en donde se realizó el parcelamiento del área de cultivo. La determinación del área se realizó conjuntamente con la junta directiva de la cooperativa Solimar, seleccionando un área cercana a una salina propiedad de la cooperativa, esto con el fin de proveer seguridad al cultivo (Figura No. 6).



Figura No.6 Parcelamiento dentro del área de manglar para cultivo experimental. (Trabajo de campo, 2013)

Los materiales utilizados para la construcción del parcelamiento fueron:

5.4.1.1 Materiales del vivero

- 100 m de malla plastificada para cercar el cultivo
- 10 Postes de 3 m para soporte de malla
- Malla mosquitero para la división de parcelas

5.4.1.2 Mano de obra (Figura No. 7).

- 7 personas para la construcción del vivero
- 1 Vigilante durante la marea seca (día y noche)
- 3 personas para el monitoreo mensual



Figura No.7 Determinación del área de cultivo conjuntamente con la cooperativa Solimar R.L.
(Trabajo de campo, 2013)

5.4.2 Fase II: Elaboración de parcelas

En conjunto con la cooperativa Solimar R.L se elaboró el sistema de cultivo, en el cual se abrieron brechas de 10 cm de ancho para la colocación de la malla plastificada dentro del manglar, esto debido a la alta densidad de raíces de los árboles de mangle. (Figura No. 8).



Figura No.8 Brechas para la introducción de la malla plastificada. (Trabajo de campo, 2013)

Se colocaron 10 postes de 3 m de largo distribuidos alrededor del área de cultivo para obtener soporte al poner la malla plastificada. (Figura No. 9).



Figura No.9 Colocación de postes de soporte. (Trabajo de campo, 2013)

Se colocó la malla plastificada para la delimitación del área de cultivo de un tamaño de 100 m², se utilizó cuerda y alambre de amarre para sujetar la malla a los postes de soporte. Posteriormente se utilizó la malla mosquitera para dividir el área de 8.33 m², quedando 3 parcelas por repetición con un total de 12. (Figura No. 10).



Figura No. 10 Alineación de postes de soporte para introducción de malla plastificada. (Trabajo de campo, 2013)

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Parámetros físicos del agua

6.1.1 Temperatura

El mes que presentó la temperatura más elevada fue junio con 25 °C, en julio y agosto 23 °C, mientras que en septiembre y octubre se reportó 21 °C y 20 °C siendo éstos los de menor temperatura, con una desviación estándar de $\sigma = 1.9493$, la disminución de la temperatura posiblemente se debió a la intensidad de lluvias reportadas en estos meses (Cuadro No. 1).

Cuadro No. 1 Temperatura mensual durante el ciclo de cultivo de *Anadara tuberculosa*

Temperatura (°C)				
Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
25	23	23	20	21

Fuente: Trabajo de campo 2013

Se menciona que *A. tuberculosa* al igual de *A. grandis* son especies que en su medio están expuestas a condiciones ambientales muy variables debido a su amplia distribución geográfica, que va, desde áreas tropicales hasta zonas costeras de regiones templadas y templado frías, por lo cual es probable que tenga una amplia tolerancia a las variaciones térmicas (Sowerby en Nieves et al, 1999).

6.1.2 Salinidad

Se presentó una importante variación a lo largo del periodo experimental, encontrándose al inicio del cultivo 35 ppt y finalizando con 25 ppt, con una variación estándar de $\sigma = 7.9874$. Para el segundo y tercer monitoreo que fue durante el mes de julio y agosto hubo una disminución de 2 y 3 ppt. Se observa un fuerte descenso de la salinidad en el mes de septiembre donde alcanzó los 15 ppt, debido a la precipitación pluvial reportada en el área. Se observó el mismo comportamiento para el último monitoreo, donde se obtuvieron datos por debajo de los 30 ppt. (Cuadro No. 2).

Cuadro No. 2. Salinidad mensual durante el ciclo de cultivo de *A. tuberculosa*.

Salinidad (ppt)				
Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
35	33	30	15	25

Fuente: Trabajo de campo 2013.

El rango (15 ppt – 35 ppt) obtenido en la presente investigación corresponde a lo reportado en, Rojas (2008) quien tomó parámetros de salinidad en el cultivo de *Anadara similis* de 31.7 ppt – 34.3 ppt, donde no hubo diferencia significativa en cuanto al incremento de talla de los organismos y la salinidad; Aguilar (2006) tomo parámetros en un rango de 28 ppt – 30 ppt, para lo que concluye que no existió diferencia estadística significativa en cuanto a la variable longitud y salinidad.

6.2 Crecimiento

Para medir el desempeño en crecimiento se realizó un análisis de la varianza $\alpha = 5\%$ para la variable longitud comparándola en los tres tratamientos (densidad) del sistema de cultivo.

6.2.1 Longitud

El análisis estadístico para la variable longitud no evidenció diferencia significativa entre tratamientos ($p=0.1032$), ya que las diferentes densidades no tienen ningún efecto o relación directa con la misma, ya que al analizar los datos nos damos cuenta de que el valor crítico para F es de 4.25 donde $F < 5$ aprueba H_0 : La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* no afecta el crecimiento de longitud de dicha especie. (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Análisis de varianza.

Grupos	n	Suma	Promedio	Desviacion estandar	Varianza
T1	4	175	43.75	3.59	12.91666667
T2	4	156	39	2.94	8.666666667
T3	4	159	39.75	2.22	4.916666667
Total	12		40.8	3.46	

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Prom de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamiento	52.16666667	2	26.08333333	2.952830189	0.103278708	4.256494729
Error	79.5	9	8.833333333			
Total	131.6666667	11				

Fuente: Trabajo de campo 2013.

El incremento de longitud para *Anadara sp* en Garrido. J, Yáñez. M. (2013) reportó un crecimiento promedio de longitud de 37.01 mm durante 5 meses de cultivo a una densidad de 124 organismos, mientras que en esta investigación se reporta un crecimiento de longitud promedio de 39.75 mm a una densidad de siembra de 100 organismos en un periodo de cultivo de 5 meses. (Figura No. 11).

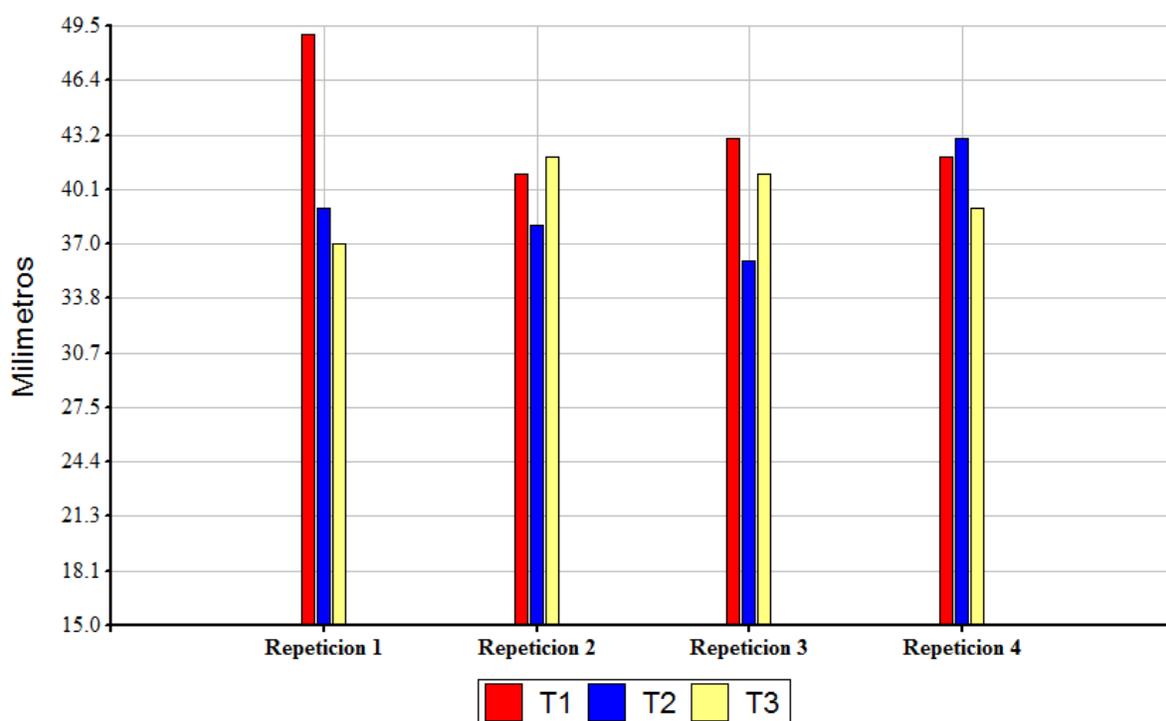


Figura No. 11 Comparación entre medias de crecimiento para la variable longitud de *A. tuberculosa*. (Trabajo de campo, 2013)

6.2.2 Estimación de la tasa de crecimiento mensual por tratamiento

Los datos obtenidos para la estimación de la tasa de crecimiento demuestran que el tratamiento 1 presentó un crecimiento de 4.75 mm por mes, para el 2 de 3.8 mm y para el 3 de 3.95 mm (Cuadro No.4). Los datos obtenidos en la investigación presentan que el tratamiento 1 posee una mayor tasa de crecimiento mensual, mientras que los dos restantes presentan un crecimiento similar por mes pero menor.

Cuadro No. 4. Estimación de la tasa de crecimiento.

Tratamiento	Tf (mm)	To (mm)	Tiempo (mes)	Resultado (mm/mes)	Tasa crecimiento %
T1	43.75	20	5	4.75	23.75
T2	39	20	5	3.8	19
T3	39.75	20	5	3.95	19.75

Fuente: Trabajo de campo, 2013.

6.3 Supervivencia

Se utilizó la prueba χ^2 de Pearson considerada como no paramétrica que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica (Cuadro No.5). Se observó que el tratamiento 1 mostró un menor porcentaje de supervivencia de 84% mientras que el 2 un 80% y el 3 de un 88% siendo este el de mejor resultado en cuanto a esta variable. Con estos datos se determinó que la H_0 : La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* no afecta la supervivencia, es valedera y se aprueba ya que no existe ninguna relación estadística entre densidad y supervivencia por lo que no son dependientes.

Cuadro No. 5. Análisis de la supervivencia de los tratamientos evaluados.

		T1	T2	T3	Total
Vivos	Observed	21	51	48	120
	(O - E) ² / E	0.14	1.90	1.92	3.97
Muertos	Observed	111	259	352	722
	(O - E) ² / E	0.25	0.14	0.00	0.39
n	Observed	132	264	400	796
	(O - E) ² / E	0.11	0.80	0.32	1.23
Total	Observed	264	574	800	1638
	(O - E) ² / E	0.50	2.85	2.25	5.59
5.59 chi-square 4 df .2320 p-value					

Fuente: Trabajo de campo, 2013.

Según las investigaciones realizadas por Garrido. J, Yanez. M. (2013), Figueroa (2005), Aguilar (2006), Rojas (2008), Ortíz y Orellana (1997) en *Anadara sp*, determinaron que las diferentes densidades de cultivo no inciden en el crecimiento de la especie, como se demuestra en esta investigación. Sin embargo en este estudio se obtuvieron datos en los cuales, la densidad en poblaciones mayores a los 120 días de cultivo o a los 35mm de longitud tuvieron problemas de supervivencia afectando las densidades de cada tratamiento.

Según Garrido. J, Yáñez. M. (2013), la supervivencia puede verse afectada por la baja productividad primaria en el reservorio y altas concentraciones de materia orgánica en el suelo. Coincidiendo con los datos observados en esta investigación, donde la presencia de materia orgánica y material alactono influyó directamente en la mortalidad de los diferentes tratamientos evaluados.

Los datos obtenidos en esta investigación sobre la supervivencia y mortalidad coinciden con los estudios previos de Villalobos-Solé. C, Báez. A. (1983), Dumaguala. H, Yáñez. D. (2012), Garrido. J, Yáñez. M. (2013), donde indican una mortalidad alta en densidades más bajas, mientras que en densidades de cultivo más elevadas hay una mayor supervivencia esto denota que existe una clara relación inversa entre la densidad y la supervivencia.

Se considera que la alta mortalidad del muestreo 1 se debió a una alta presencia de material aloctono que fue arrastrado por el canal debido a las intensas lluvias que ocurrieron durante los meses de agosto y septiembre.

Durante los meses de septiembre y octubre se reporta menor supervivencia debido a las intensas lluvias como reporta el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH (Cuadro No.6).

Cuadro No.6 Indicadores de lluvia, estación Los Esclavos, Santa Rosa, Guatemala.

Fecha	Hum. Rel [Med] [%]	Lluvia [Acu] [mm]	V.Viento [Med] [m/s]
09/11/2013 21:00:00 PM	100	15.6	1.9
9/15/2013 6:00:00 PM	79.38	33	1.52
9/15/2013 7:00:00 PM	100	17.5	1.26
9/18/2013 3:00:00 AM	100	11.5	1.89
9/19/2013 8:00:00 PM	85.99	14.5	0.84
9/19/2013 9:00:00 PM	100	10	0.9
10/11/2013 22:00:00 PM	100	10	0.74
10/25/2013 7:00:00 PM	100	11.5	0.81
10/25/2013 9:00:00 PM	100	16.5	0.61
10/25/2013 10:00:00 PM	100	27.5	1.08
10/30/2013 8:00:00 PM	93.68	18.5	1.08

Fuente: INSIVUME, 2013.

7. CONCLUSIONES

1. La implementación de un sistema de cultivo de *Anadara tuberculosa* en el área de manglar de las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa, es factible técnicamente, logrando una talla mínima comercial de los organismos y una supervivencia de más del 50 % de la población.
2. No existe diferencia significativa en cuanto al crecimiento en función de la variable longitud y la densidad de siembra. Aprobando la Ho: La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* no afecta el crecimiento de longitud de dicha especie.
3. La supervivencia de los organismos no tiene una relación con respecto a la densidad de cultivo aprobando la Ho: La densidad de siembra en el cultivo de *Anadara tuberculosa* no afecta la supervivencia.
4. La tasa de crecimiento de los tratamientos 2 y 3 presentaron un porcentaje de 19 % mientras que el 1 un 23.75 % siendo este mayor a los anteriores.
5. Las variables de temperatura y salinidad no afectaron al crecimiento y supervivencia de los organismos.

9. RECOMENDACIONES

1. Realizar un desdoble a los 120 días de cultivo o cuando los organismos presenten un crecimiento de 35 mm, para evaluar y comprobar si a esta talla la densidad debe ser menor para obtener un crecimiento óptimo.
2. Investigar a nivel de laboratorio la incidencia de la riqueza fitoplactónica en el crecimiento de especies comerciales de *Anadara sp.*
3. Dar seguimiento al cultivo experimental de *A. tuberculosa*, para la diversificación de cultivos en las zonas costeras de Guatemala como una alternativa económica y de subsistencia.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, C. (2006). *Anadara grandis* (Wood, 1828) (*Almeja negra* (Costa Rica), *concha* (Panamá), *almeja de piedra* (El Salvador) [en línea]. Recuperado noviembre 24, 2011, de <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=detail.html&-Op=eq&id=486&-Find>
2. American Museum of Natural History. (2014). *Anadara tuberculosa* [en línea]. Recuperado enero 10, 2014, de <http://www.amnh.org/>
3. Astorga, M. P. (2008). Estado actual del uso de marcadores moleculares en moluscos bivalvos de importancia para la acuicultura. En Lovatelli, A., Farías, A., y Uriarte, I. (Eds), *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: Factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (pp. 277-287). Puerto Montt, Chile: FAO.
4. Borda, C., y Cruz, R. (2004). Reproducción y reclutamiento del molusco *Anadara Tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el Pacífico colombiano. *Revista de Investigaciones Marinas*, 25 (3), 185-195.
5. Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura [CENDEPESCA]. (2007). *Modelo de mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores artesanales a través del cultivo de engorde de curil*. El Salvador: Autor.
6. Coronel, J. S. (1994). *Acuicultura de moluscos*. México: Secretaria de Educación Pública.
7. Cruz, R., y Jiménez, J. (1994). *Moluscos asociados a las áreas de manglar de la Costa Pacífica de América Central*. Costa Rica: Fundación UNA.
8. Cruz R. A., y Palacios, J. (1983). Biometría del molusco *Anadara tuberculosa* en Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 31, 175-179.
9. Diéguez, M. (1991). *Contribución al conocimiento de los moluscos gasterópodos y bivalvos de la Costa del Pacífico de la República de Panamá*. Tesis Doctoral. España: Universidad Autónoma de Madrid.
10. Dumaguala, H. (2012). *Cultivo de Anadara similis a diferentes densidades, en una camaronera, ubicada en el sector El Coco perteneciente al cantón Mac Hala de la provincia de El Oro*. Tesis Licenciatura. Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
11. Escalante, M. (2013). *Guatemala, región Sur, Santa Rosa* [en línea]. Recuperado junio 15, 2014, de http://www.pbase.com/m_escalante_herrera/sta_rosa

12. Figueroa, J., y García, A. (2005). *Determinación de la composición y abundancia de concha A. Grandis en una zona intermareal del río Chone* [en línea]. Recuperado noviembre 24, 2011, de <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream123456789641/TESIS%20DE%20ALMEJAS.pdf9>
13. Franco, L. (1995). *Uso y conservación de moluscos del género Anadara (Mollusca: Bivalvia): Evidencia poblacional de un gradiente de explotación humana en el Chocó, Costa Pacífica colombiana*. Tesis Maestría. Colombia: Universidad Nacional de Bogotá.
14. García, C., y Cabrera, J. (1990). La acuicultura: definición y límites. En de la Lanza-Espino, G., y Arredondo, F. (Comps.), *La acuicultura en México de los conceptos a la producción* (316 p.). México: Universidad Nacional de México [UNAM].
15. Garrido, J., y Yáñez, M. (2013). *cultivo de Anadara grandis a diferentes densidades en una camaronera ubicada en el sector el coco*. Tesis Licenciatura. Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
16. Helm, M. M., Bourne, N., y Lovatelli, A. (2006). *Cultivo de bivalvos en criadero: Un manual práctico*. Roma: FAO.
17. Illanes, J. (2010). *Introducción a la producción de "semillas" de moluscos bivalvos*. Chile: Universidad Católica del Norte.
18. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología, e Hidrología [INSIVUMEH]. (2013). Informe climático mensual [en línea]. Recuperado febrero 25, 2014, de <http://www.insivumeh.gob.gt/>
19. Jiménez, J. A. (1999). Ambiente, distribución y características estructurales en los manglares del Pacífico de Centro América: Contrastes climáticos. En Yáñez-Arancibia, A., Lara-Domínguez, A. L. (Eds.), *Ecosistemas de manglar en América Tropical* (pp. 51-70). México: Instituto de Ecología.
20. Keen, M. (1958). *Sea shells of Tropical West America: Marine mollusks from Baja California to Perú*. (2nd ed.). United States: Stanford University Press.
21. Lovatelli, A., Farías, A., y Uriarte, I. (Eds). (2007). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: Factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. Puerto Montt, Chile: FAO.
22. Lovatelli, A., Vannuccini, S., y McLeod, D. (2008). Current status of world bivalve aquaculture and trade. En Lovatelli, A., Farías, A., y Uriarte, I. (Eds), *Estado actual*

- del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (pp. 45-59). Puerto Montt, Chile: FAO.
23. Madrigal, E. (1980). *Algunos aspectos biológicos de Anadara tuberculosa*. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
24. Martín, I. N. (1988). *Manejo integral de un área de manglar: Costa Rica, reserva forestal de Térraba- Sierpe*. Costa Rica: FAO.
25. Martínez-Guzmán, G. (2008). Control de la reproducción y producción de semillas de bivalvos en sistemas controlados. En Lovatelli, A., Farías, A., y Uriarte, I. (Eds), *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (pp. 267-275). Puerto Montt, Chile: FAO.
26. Melià, P., y Gatto, M. (2005). A stochastic bioeconomic model for the management of clam farming. *Ecological Modelling*, (184): 163–174.
27. Monteforte, M. (1990). Cultivo de ostras perleras y perlicultura: situación actual en los países productores y perspectivas para México. *Ciencias del Mar*, 1: 13-18.
28. Monteforte, M., y García Gasca, A. (1994). Spat collection studies on pearl oysters *Pinctada mazatlanica* and *Pteria sterna* (Bivalvia: Pteriidae) in Bahía de La Paz, South Baja California, México. *Hydrobiologia*, 291 (1), 21-34.
29. Mora, E. (1990). Moluscos de importancia comercial en el Ecuador: Estado actual y perspectivas. *Revista Pacífico Sur*, 36. (esp.): 335 - 454.
30. Nieves, M., Román Reyes, J. C., Piña Valde, P., Medina Jassos, A., Miranda Baeza, A., y Muñoz Durán, G. (1999). *Balance energético de Anadara tuberculosa (sowerby, 1833) a diferentes temperaturas*. México: Universidad Autónoma de Sinaloa.
31. Oliva, F. M. (2007). *Guía para los pescadores sobre el cultivo de moluscos del género Anadara*. San Salvador, El Salvador: JICA.
32. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2008). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura*. Puerto Montt, Chile: Autor.
33. FAO. (2006a). *Cultivo de bivalvos: biología básica de los bivalvos / taxonomía, anatomía y ciclo vital* [en línea]. Recuperado enero 30, 2012, de <http://www.fao.org/docrep/009/y5720s/y5720s06.htm#bm06>
34. FAO. (2006b). *Cultivo de bivalvos en criadero: Un manual práctico*. Roma, Autor.

35. Poma, C. (1981). *Estudio de la concha negra: Bioecología, explotación y cultivo*. Ecuador: Dirección Zonal de Pesquería –Tumbes.
36. Poutiers, J. M. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental*. Roma: FAO.
37. Ramorino, L. (1974). *Reseña sobre la biología de moluscos cultivados en América Latina*. Estados Unidos: Simposio FAO/CARPAS sobre Acuicultura en América Latina.
38. Ricker, W. E. (1968). *Handbook of computation for biological statistical of fish populations*. Canadá: Fisheries Research Board.
39. Rivero, S. (2009). *Diagnóstico del cultivo y extracción de moluscos en Centro América: Hacia una estrategia regional*. El Salvador: s.e.
40. Rojas, T. (2008). *Cultivo de Anadara similis a diferentes densidades en estanques camaroneros utilizando canastas sumergidas*. Tesis Ingeniería en Acuicultura. Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
41. Rodas, R. (2008). *Informe final de EPS realizado en la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa: Programa de extensión*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
42. Rose, R. A., Dybdahl, R. E., y Harders, S. (1990). Reproductive cycle of the western Australian silver pearl oyster, *Pinctudumaxima* (Jameson) (Mollusca: Pteriidae). *Journal of Shellfish Res*, 9 (2), 261-272.
43. Sarkis, S. (2008). *Oportunidades potenciales para la acuicultura de moluscos bivalvos en el Caribe*. En Lovatelli, A., Farías, A., y Uriarte, I. (Eds), *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (pp. 151-157). Puerto Montt, Chile: FAO.
44. Squires, H., Estevez, M., Barona, O., y Mora, O. (1975). Mangrove cockles, *Anadara* spp. of the Pacific coast of Colombia. *The Veliger*, 18 (1), 57-68.
45. Uriarte, I. (2008). *Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile*. En Lovatelli, A., Farías, A., y Uriarte, I. (Eds), *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (pp. 61-75). Puerto Montt, Chile: FAO.
46. Uriarte, I., Lovatelli, A., Farías, A., Astorga, M., Molinet, C., Medina, M., Avendaño, M., Lodeiros, C., Velasco, L. A., Rupp, G., Cáceres-Martínez, J., y Mendo, J. (2008). *Cultivo y manejo de moluscos bivalvos en América Latina: resultados y conclusiones*

- del primer taller - ACUIBIVA 2007*. En Lovatelli, A., Farías, A., y Uriarte, I. (Eds), *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina* (pp. 1-23). Puerto Montt, Chile: FAO.
47. Uriarte, I., Rupp, G., y Abarca, A. (2001). *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y acuicultura*. México: Limusa.
48. Villalobos-Solé, C., Báez, A. L. (1983). *Tasa de crecimiento y mortalidad en Anadara tuberculosa (Bivalvia: Arcidae) bajo dos sistemas de cultivo en el Pacífico de Costa Rica*.
49. Vivar L., L. A. (1996): *Dinámica poblacional y tasa de explotación de Anadara Tuberculosa "Concha Negra", en los manglares de Puerto Pizarro, Tumbes - Perú*. Tesis Maestría. Perú: Universidad Nacional de Trujillo.